



Algoritmos para el tratamiento y selección de productos financieros en la incertidumbre

Emilio Vizquete Luciano

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



B Universitat de Barcelona

FACULTAT D'ECONOMIA I EMPRESA
DEPARTAMENT D'ECONOMIA I ORGANITZACIÓ D'EMPRESES

**ALGORITMOS PARA EL
TRATAMIENTO Y SELECCIÓN DE
PRODUCTOS FINANCIEROS EN LA
INCERTIDUMBRE**

Doctorando

Emilio Vizuet Luciano

Directora de la Tesis Doctoral

Dra. Anna M^a Gil Lafuente

Doctorado en Estudios Empresariales

Marco Estratégico de la Empresa

Bienio: 2005-2007

Septiembre 2014

**FACULTAT D'ECONOMIA I EMPRESA
DEPARTAMENT D'ECONOMIA I ORGANITZACIÓ D'EMPRESES**

**ALGORITMOS PARA EL TRATAMIENTO
Y SELECCIÓN DE PRODUCTOS
FINANCIEROS EN LA INCERTIDUMBRE**

**Memoria presentada para optar al Título de
Doctor por la Universitat de Barcelona**

Doctorado en Estudios Empresariales
Marco Estratégico de la Empresa

Firma del doctorando
Emilio Vizquete Luciano

Dedico este trabajo a

Maribel, gracias por ser como eres y por acompañarme en la apasionante aventura de la vida.

A mi Padre y mi Abuela Casilda por enseñarme que no existen cosas imposibles.

Agradecimientos

Antes de empezar con los agradecimientos; tengo que empezar por dar las Gracias a todos aquellos que confiaron en mí. Gracias por darme la oportunidad y hacerme disfrutar de esta experiencia única.

El primer agradecimiento va dirigido a mi Directora de Tesis, la Dra. Anna Maria Gil-Lafuente, quien ha sido (junto a mi mujer) la que más me ha tenido que aguantar en esta aventura. Su amor por la Investigación, sabiduría y entusiasmo en lo que realiza; fueron factores indispensables para que pudiese llevar a buen puerto mi Tesis Doctoral.

El segundo agradecimiento va dirigido para mi compañera del Departamento de Organización de Empresas y amiga, la Profesora Sefa Boria-Reverter. Gracias por hacerme venir cada sábado por la mañana a la Facultat de 9 a 14 horas y transmitirme tus ganas incansables de avanzar en la realización de la Tesis. Sin ti, esto hoy no estaría hecho.

El tercer agradecimiento va dirigido a mi amigo y compañero de Estudios de Doctorado, el Dr. Josep Maria Merigó-Lindahl. Gracias por compartir tu pasión por la investigación y estar disponible siempre para cualquier consulta aunque te encuentres en cualquier lugar del mundo.

El cuarto agradecimiento va dirigido a mi compañera y amiga en el Departamento de Marketing, la Dra. Mel Solé. Gracias por compartir tus conocimientos prácticos; muchos investigadores tendrían que aprender parte de lo que tú sabes. Todo iría mejor en el mundo del Marketing.

A continuación quisiera dar las gracias a mis compañeros de Departamento. En especial al Dr. Jaume Valls, al Dr. Xavier M^a Triadó, al Dr. Jose M^a Castán, al Dr. Jaime Gil-Lafuente, a Miguel Ángel Navarro, al Dr. Xavier Arroyo, al Dr. Josep M^a Altarriba, al Dr. Jordi Aymerich; a la Dra. Ana Argila, a Pilar López Jurado, a M^a Carmen Gracia, a la Dra. Mercè Bernardo, a Ana Núñez, a la Dra. Esther Subirà, al Dr. Rubén Huertas, al Dr. Santi Forgas, al Dr. Josep M^a Tortosa, a Ramón Montanera, a M^a Dolores Vázquez, a Jennifer Varón y sin olvidar a Maite y M^a Carmen por estar siempre disponibles.

Quiero dar las gracias a mis amig@s; por estar a mi lado y disfrutar de los momentos que pasamos juntos aunque cada uno tenga sus obligaciones. Gracias *Compi* y Toni; Gracias Visen y Nuria; Gracias *Papi* y Ana; Gracias Esther y Siscu; Gracias *Conchy* y Manel. Sois geniales.

También quisiera acordarme de mi Gata Nuca; allí donde estés, gracias por acompañarme en mis noches de estudio en casa mientras todos dormían.

Finalmente, quiero dar las gracias a mi madre y hermanos por todo aquello que me han aportado en la vida.

Índice

CAPÍTULO 1. Introducción.....	17
1.1. Presentación	19
1.2. Justificación del tema objeto de la investigación.....	22
1.3. Objetivos	23
1.4. Metodología	25
1.5. Estructura y contenido	27
CAPÍTULO 2. Estado de la cuestión	29
2.1. La Web of Science (WOS)	31
2.2. Análisis genérico de la matemática borrosa.....	32
2.3. Análisis específico de los operadores OWA.....	37
2.4. Análisis específico de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC).....	39
CAPÍTULO 3. Instrumentos matemáticos en la incertidumbre.....	41
3.1. Introducción	43
3.2. Instrumentos para el tratamiento de la incertidumbre	44
3.2.1. Las leyes del azar o la teoría de probabilidades	44
3.2.1.1. Definición.	44
3.2.2. La teoría de los intervalos de confianza	44
3.2.2.1. Operaciones con Intervalos de Confianza.	45
3.2.2.2. Suma	45
3.2.2.3. Resta	45
3.2.2.4. Multiplicación.....	45
3.2.2.5. División	46
3.2.2.6. Otras operaciones con Intervalos de Confianza en \mathbb{R}	46
3.2.2.7. Intervalos de Confianza repetidos	46
3.2.2.8. Intervalos de Confianza de grado superior	47
3.2.3. La teoría de los subconjuntos borrosos	47
3.2.3.1. Operaciones con subconjuntos borrosos.....	47
3.2.3.2. Los subconjuntos Φ borrosos	48
3.2.4. Los números borrosos	48
3.2.4.1. Suma	49
3.2.4.2. Resta	49
3.2.4.3. Multiplicación.....	50
3.2.4.4. División	50
3.2.5. La entropía o valoración del desorden	50
3.2.5.1. Entropía probabilística.....	50

3.2.5.2. Entropía no probabilística de Luca-Termini K2	51
3.2.6. La noción de distancia.....	51
3.2.6.1. Distancia de Hamming	52
3.2.6.2. Distancia de Euclides.....	52
3.2.6.3. Distancia de Minkowski	52
3.3. La asignación en la teoría de la decisión	53
3.3.1. Algoritmo de asignación por eliminación de filas y columnas	54
3.3.2. Teorema de König.....	55
3.3.3. Algoritmo Húngaro	56
3.3.4. Algoritmo Branch and Bound	57
3.4. Teoría de los Efectos Olvidados	58
3.4.1. Relaciones de Causalidad Directa e Indirecta.....	60
3.5. Teoría de Clanes	62
3.6. Operadores OWA	63
3.6.1. OWA operator	63
3.6.1.1. Definición	64
3.6.2. Induced OWA operator	64
3.6.2.1. Definición	64
CAPÍTULO 4. Revisión de conceptos en el ámbito de la RSC.....	67
4.1. Antecedentes	69
4.2. El Libro Verde (COM 2001/336) y su desarrollo.....	70
4.3. La RSC a día de hoy	71
CAPÍTULO 5. Publicaciones que responden al objetivo general	73
5.1. Artículo Publicado en Universia Business Review	75
5.2. Artículo Publicado en Kybernetes	93
5.3. Artículo aceptado pendiente de publicación en la Technological and Economic Development of Economy	106
CAPÍTULO 6. Publicaciones que responden a los objetivos específicos.....	123
6.1. Artículos indexados en la WOS como Proceedings Paper	125
6.1.1. Artículo Publicado en el ICEIS 2008.....	125
6.1.2. Artículo Publicado en el World Scientific Proceedings Series on Computer Engineering and Information Science del MS' 10 Barcelona.....	132
6.1.3. Artículo Publicado en el World Scientific Proceedings Series on Computer Engineering and Information Science del MS' 12 Rio	139
6.2. Artículos indexados en CARHUS	153

6.2.1. Artículo Publicado en INTANGIBLE CAPITAL.....	153
6.2.2. Artículo Publicado en la Revista Económica de Cataluña. Publicación del Colegio de Economistas.....	167
6.3. Artículos publicados en Congresos.....	186
6.3.1. Artículo Publicado en el II Congreso de Contabilidad de Catalunya. Mayo 2007. IESE Business School. Barcelona.....	186
6.3.2. Artículo Publicado en el IPMU 2008.....	199
6.3.3. Artículo Publicado en AEDEM 2009.....	212
6.3.4. Artículo Publicado en el III Congreso de Contabilidad de Catalunya. Junio 2009. ESADE Business School. Barcelona	222
6.4. Artículos enviados pendientes de aceptación	243
6.4.1. Artículo enviado a la Journal of Business and Industrial Marketing	243
CAPÍTULO 7. Conclusiones.....	263
7.1. Conclusiones generales.....	265
7.2. Líneas futuras de investigación.....	267
CAPÍTULO 8. Bibliografía.....	269
8.1. Referencias Libros e Informes	271
8.2. Referencias Revistas	277

CAPÍTULO 1.

Introducción

1.1. Presentación

El origen de la teoría de la decisión en la incertidumbre, la podemos encontrar en (1965) con la publicación del artículo “Fuzzy Sets” en la *Information and Control*, realizado por el profesor Lotfi Zadeh de la Universidad de Berkeley. Aplicándose en un principio en el ámbito de las Ciencias Formales, en los últimos 50 años, investigadores de todo el mundo lo han aplicado a diferentes ramas del saber, dando paso a innumerables trabajos y estudios.

En nuestro país, dicha área del conocimiento ha tenido un gran desarrollo gracias a las aportaciones realizadas por el Dr. Jaime Gil-Aluja junto al fallecido Profesor francés A. Kaufmann, las cuales han servido de base para dar lugar a la Tesis Doctoral que se presenta.

La investigación que ha llevado a cabo el Doctorando viene determinada por la orientación de su vida profesional en el mundo financiero. Desde que inició sus estudios universitarios en la antigua escuela de Estudios Empresariales encaminó su trayectoria laboral al mundo de la Banca de Empresas desde 1.999. Cuatro años más tarde siguió consolidando su formación académica con la obtención de la Licenciatura en Administración y Dirección de Empresas en la Facultat d’Economía i Empresa de la Universitat de Barcelona, donde en el transcurso de la misma descubrió las múltiples posibilidades que ofrece la Matemática del Azar la Incertidumbre en la Gestión Empresarial.

Cuando se presentó la posibilidad de realizar el Doctorado en Estudios Empresariales en el bienio 2005-2007, a nivel mundial se estaba gestando una Crisis Financiera como no se conocía hasta la fecha y cuyos efectos, siete años más tarde siguen estando bien latentes en el quehacer diario de millones de personas, ya sea en Estados Unidos, Alemania, Brasil, España, China.....

Desde el principio, el Doctorando tuvo claro que la realización de su Tesis Doctoral iba a versar sobre la elección de productos financieros en un entorno de incertidumbre, así como que la iba a desarrollar mediante la publicación de artículos indexados, puesto que uno de los objetivos era utilizar la visión real que tiene de las Entidades Financieras, tal como hemos comentado.

En septiembre de 2007 en EEUU, se comienzan a escuchar noticias cuyo denominador común es un concepto que hasta la fecha, para la mayoría de las personas, era totalmente desconocido: las hipotecas subprime. Se habla también de que los causantes de aquel inmenso problema eran dos principalmente:

1. La *avaricia*, de los gestores de muchas entidades que con su afán de obtener más y más beneficios, obviaron las políticas más elementales de riesgo en su toma de decisiones.
2. Los *valores*, o más bien dicho la ausencia de los mismos, puesto que su retribución variable o Bonus como se conoce en el mundo anglosajón iba ligado a la obtención de beneficios y ello estaba por encima de la elemental cordura.

Con todo ello, la elección del tema de la investigación a desarrollar no fue difícil de determinar ya que la realidad, en muchos casos, superaba los escenarios más pesimistas

debido a la avaricia y falta de valores que habían hecho aflorar muchos sujetos decisores en el mundo financiero; puesto que el problema tenía un alcance mundial, las consecuencias serían muy duras. A nivel nacional, que hasta entonces se había mostrado como uno de los sistemas financieros más robustos a nivel mundial gracias a la supervisión del Banco de España, empiezan a surgir problemas de liquidez y solvencia debido a la alta concentración que el Sector Inmobiliario suponía en el balance de la mayoría de entidades financieras que habían focalizado su crecimiento en la concesión de hipotecas.

Por lo anteriormente comentado, se focalizó el desarrollo de la Tesis a nivel nacional y se empezó a incorporar conceptos de Responsabilidad Social Corporativa (RSC), en los diferentes Artículos de Congreso que iba realizando, con la finalidad de coger experiencia en la realización de los mismos y alcanzar los objetivos planteados.

En 2011, se incorpora a la investigación el concepto de los Valores Compartidos, que son un elemento clave dentro de las empresas ya que promueve la uniformidad de procesos dentro de las mismas (Rokeach, 1973), al influir en la satisfacción, compromiso y rendimiento de la fuerza laboral (Kang et al., 2005) y facilita la consecución de los objetivos corporativos (Lord, 2006). Los valores compartidos permiten pues marcar el camino a seguir, indican a los miembros de la organización que se espera de ellos, influyendo en el entorno y siendo una forma de fomentar el espíritu de grupo (Robbins y Coulter, 2005).

Con la finalidad de comprobar si la avaricia o la falta de valores eran algo ajeno a la economía española, se desarrolla un cuestionario para comprobar si los valores empresariales están alineados con los de sus trabajadores o si bien se encuentran separados equidistantes; para ello se verificaron en qué medida las organizaciones tenían conciencia de su propio sistema de valores, hasta qué punto eran compartidos por las partes y cuáles eran las estrategias de conciliación que utilizaba la empresa entre sus empleados y el equipo directivo.

En 2012, después de que el sistema financiero sufriese un proceso de fusiones entre entidades que tuvo como resultado una concentración sin precedentes y que la Crisis Financiera se llevase por delante un buen número de Cajas de Ahorros en Cataluña, se lleva a cabo un estudio general para determinar la generación de efectos de primera y segunda generación entre 24 sectores diferentes de la economía utilizando una serie de expertos que dan su valoración profesional. Para ello, se utilizará la Teoría de los Efectos Olvidados.

La Responsabilidad Social Corporativa se ha convertido en una estrategia importante a tener en cuenta por los equipos directivos con la finalidad de que la empresa o entidad salga fortalecida en el mercado (Maignan, 2004; Vogel, 2005; Porter and Kramer, 2006). Para ello se debe promover la utilización de principios éticos en la toma de decisiones con la finalidad de alinear los objetivos empresariales con los de los ciudadanos que convive la entidad (Frederick, 2006). En esta línea se observa que la Responsabilidad Social Medioambiental Corporativa está siendo utilizada por diversos investigadores debido a la importancia que tiene el respeto al medioambiente dentro de la RSC. Hasta la fecha se habían realizado estudios en diferentes empresas y sectores (Miles, 1999; Céspedes-Lorente, 2003; Lynes, 2008), pero no en profundidad de la economía de Cataluña.

Con la finalidad de alinear el objetivo de investigación con el estudio realizado, se quería determinar si una muestra representativa de las Empresas Catalanas en su conjunto revertían parte de sus beneficios en el medioambiente y como contribuían a su mantenimiento o si por el contrario no actuaban correctamente. Para ello, las Entidades Financieras Catalanas con las que se contactaron, se encuadraron dentro del Sector Servicios.

En el informe de Forética (2011), se publica lo que se denomina el Mapa de Creación de valor para las empresas que incorporan la RSC en su gestión y entre los beneficios que podemos destacar son:

1. Incremento del valor de marca con el consiguiente incremento de márgenes; con un dato del 70% favorable.
2. Fidelización de los clientes con un mayor índice de retención, Optimización de la cadena de suministro y las Facilidades para la entrada a nuevos mercados alcanzan el 77% de aceptación dentro de la muestra.
3. Reducción del consumo de recursos energéticos, materias primas y otros; con un porcentaje de respuestas positivas del 81%.
4. Mayor identificación de los trabajadores con la empresa; siendo el factor que consigue una mayor valoración favorable con el 82% del Universo Objeto de Estudio (UOE).

Debido a la Crisis Financiera en el mismo estudio también se establecieron unos beneficios respecto el Acceso al Capital de las empresas que han sido estudiadas si bien las opiniones favorables para el UOE, fueron mucho más ajustadas que las anteriores. Así destacaremos:

1. Al incrementar el buen gobierno disminuyen los riesgos en las inversiones realizadas; alcanzando un resultado favorable para el 70% de las empresas.
2. Se minora la posibilidad de la materialización de un evento desfavorable para la empresa; alcanzando un equilibrio muy ajustado para las opiniones favorables del 51%.
3. Una Empresa responsable, puede captar Inversión Socialmente Responsable (ISR) y también tener acceso a subvenciones públicas; este punto alcanza una alta valoración ya que según al 65% de los encuestados les merecerá una opinión mejor.
4. Se reducen los costes de financiación de las empresas, si bien tan solo para un 42% de los encuestados lo que es el resultado donde las opiniones negativas superan a las positivas.

Por los motivos anteriormente expuestos, una vez se desarrolla el Algoritmo Húngaro de Asignación mediante los operadores OWA, se incluye en la muestra sobre la que desarrollamos el estudio, el parámetro de Inversión Socialmente Responsable para saber qué efectos tiene en la posible elección del sujeto decisor que tiene que llevar a cabo la inversión.

Finalmente cabe decir que en este trabajo se realiza la mayor aportación dentro de los estudios y propuestas realizadas durante la realización de la Tesis Doctoral, puesto que se da a conocer un algoritmo que mejora al ya existente; proporcionando una herramienta que contribuya al desarrollo de la teoría de la decisión.

1.2. Justificación del tema objeto de la investigación

La gestión de los productos financieros que realizan las entidades bancarias así como el asesoramiento que prestan a sus clientes se ha convertido en un tema de especial interés tanto a nivel nacional como internacional. Son cada vez más numerosas las entidades financieras que incorporan una gestión responsable de sus productos y servicios, rechazando la falta de escrúpulos y principios que mostraron hace unos años y que nos llevaron a que en 2007 estallase la Crisis Financiera de la que todavía hoy, en pleno 2014 todavía no nos hemos repuesto.

Por otra parte la toma de decisiones en un contexto de incertidumbre ha ido cogiendo relevancia en los últimos 50 años aproximadamente, ya que entre las múltiples aplicaciones que presenta, permite al sujeto decisor tomar decisiones reduciendo el margen de error de las mismas. Tal como se muestra en el Capítulo 2, el número de trabajos publicados en las diferentes áreas de la Matemática Borrosa no ha parado de crecer.

Observando los múltiples escándalos Internacionales (Subprime, Lehman Brothers,...), Nacionales (Rescates bancarios, Participaciones Preferentes, ...), es relativamente fácil pensar que en el Sector financiero se han obviado durante mucho tiempo conceptos como la prudencia y la responsabilidad en la toma de decisiones.

Una vez se planteó el escenario, se lleva a cabo un profundo análisis de las aportaciones realizadas a nivel académico y profesional con la finalidad de ir avanzando en el conocimiento de la materia. Se observa que la Responsabilidad Social Corporativa incorpora la “Gestión Responsable” en las empresas a nivel medioambiental, recursos humanos, diseño de productos, etc... Y que en 1999 se creó el Dow Jones Sustainability Index World y Europe que es un Índice que evalúa la actuación que tienen las empresas en materia económica, ambiental y social. Estando en 2014, el DJSI World del sector Financiero compuesto por 25 Entidades (10 europeas, 9 americanas, 4 australianas, 1 coreana y 1 sudafricana), mientras que el DJSI Europe está compuesto por 8 Entidades (De España hay 3: Santander, BBVA y Caixabank). Por dicho motivo, se tomará la RSCE y sus valores como hilo conductor en la Investigación que se realiza en el desarrollo de la Tesis Doctoral que se presenta.

Se propone como objetivo la publicación de aportaciones que ayuden a los sujetos decisores a reducir la incertidumbre en la selección de productos financieros observando el efecto o incidencia que tienen las decisiones socialmente responsables.

Desde el punto de vista teórico-práctico se proponen nuevos algoritmos de selección como el Algoritmo Húngaro aplicando los Operadores OWA y nuevas aplicaciones como la Incidencia de los Efectos Olvidados en la economía de Cataluña.

Por último, en lo se refiere a su alcance, poniendo de manifiesto los conocimientos adquiridos durante la investigación realizada se quiere:

- Proporcionar nuevas herramientas a los sujetos decisores que les puedan servir de referencia en la toma de decisiones.
- Sentar las bases para futuras investigaciones que puedan surgir en la temática que se ha estudiado

1.3. Objetivos

La investigación que aquí presentamos “Algoritmos para el Tratamiento y Selección de Productos Financieros en la Incertidumbre” tiene como objetivo general desarrollar nuevas aplicaciones y modelos dentro de la Matemática del Azar y la Incertidumbre; con la finalidad de facilitar al sujeto decisor su elección en un entorno tan inseguro, incierto y cambiante como en el que nos encontramos en el Siglo XXI.

En el Capítulo 5 se presentan los trabajos, que fruto de nuestra investigación por el momento han sido aceptados y/o publicados en la *WOS*.

Como objetivos específicos:

1. Llevar a cabo un profundo estudio sobre las aportaciones realizadas por la Comunidad Científica en la *Web of Science (WOS)*.
2. Estudiar los aspectos introductorios y generales que se han realizado hasta la fecha en el campo de la lógica borrosa dentro del ámbito del objetivo general.
3. Investigar la evolución que ha tenido la Responsabilidad Social Corporativa y llevar a cabo una revisión de conceptos.
4. Realizar aportaciones científicas en publicaciones nacionales e internacionales y la asistencia a Congresos con el fin de mostrar la utilidad de las mismas.

Con el primer objetivo se busca llevar a cabo un análisis sobre el estado de la cuestión. Para ello se lleva a cabo una investigación en profundidad de carácter bibliográfico sobre la teoría de la decisión en la incertidumbre y las sucesivas aportaciones que han realizado los investigadores de la materia dentro de la *WOS* principalmente así como otras bases científicas como puede ser la Science Direct, CARHUS, SCOPUS...; entre otras. Para darle un valor añadido complementario a nuestra investigación y aprovechando los recursos y parámetros sobre los que trabaja la *WOS*, se realizan búsquedas acotadas sobre los temas que son de nuestro interés. Así se estudian aspectos genéricos como los artículos que han sido más veces referenciados, la evolución histórica del número de publicaciones, y se determinan las revistas con mayor actividad científica en cada uno de los segmentos que han formado parte de la investigación:

- Fuzzy
- OWA Operators
- Corporate Social Responsibility

Con el segundo objetivo, se tratan los conceptos básicos que sobre la teoría de la decisión han llevado a cabo los investigadores. Para ello se consideran diferentes aportaciones como los intervalos de confianza, los subconjuntos borrosos, los números borrosos, la entropía y la noción de distancia. Además también se presta especial atención la asignación, los efectos olvidados y los OWA operators.

El tercer objetivo trata de estudiar la evolución que ha tenido desde mediados del siglo XX hasta nuestros días la Responsabilidad Social en el ámbito empresarial. Para ello se consultan diferentes aportaciones realizadas en la *WOS* y otras bases científicas con la finalidad de tener claro el Estado de la cuestión y poder realizar nuestras propias aportaciones para que puedan ayudar al desarrollo de la materia; estando este tercer objetivo fuertemente ligado al cuarto y último objetivo.

El cuarto objetivo es realizar aportaciones científicas ya sea en revistas y/o congresos nacionales o internacionales, con la finalidad de dar a conocer los avances obtenidos en la investigación realizada. Relacionado con el objetivo general, toda la realización de la Tesis Doctoral que aquí se presenta, ha estado orientada a la publicación de papers en las diversas áreas del conocimiento que se tratan en ella.

En el Capítulo 5, se presentan las tres aportaciones indexadas en la WOS:

- 5.1. Los Valores Compartidos en la Empresa Española. *Universia Business Review*.
- 5.2. Forgotten Effects of Corporate Social and Environmental Responsibility: a Case of Catalanian Economy. *Kybernetes*.
- 5.3. Decision Making in the Assignment Process by Using the Hungarian Algorithm with OWA Operators. *Technological and Economic Development of Economy*.

En el Capítulo 6, se presentan otras aportaciones realizadas clasificándose por orden de relevancia:

6.1. Artículos indexados como *Proceedings Papers de la Web os Science (WOS)*.

- 6.1.1. Subjective Preferences in Financial Products. *Proceedings International Congress ICEIS 2008, Barcelona*.
- 6.1.2. A Tool for Objectives Definition in the MKDD Methodology for Data Mining Studies. *World Scientific Proceedings Series on Computer Engineering and Information Science del MS'10 Barcelona*.
- 6.1.3 Strategic analysis under Uncertainty: Finding the External Factors over Business. *World Scientific Proceedings Series on Computer Engineering and Information Science del MS'12 Rio*.

6.2. Artículos indexados en CARHUS.

- 6.2.1. Los Costes de la Responsabilidad Social Corporativa en el Campo Medioambiental. *Intangible Capital*.
- 6.2.2. Basilea II y Valor en Riesgo (VaR). Una Reflexión Crítica. *Revista Económica de Cataluña*.

6.3. Artículos publicados en Congresos.

- 6.3.1. El Risc de Crèdit, efectes de l'aplicació de Basilea II. *II Congreso de Contabilidad de Catalunya*.
- 6.3.2. Clan Theory and its Application in the Selection of Financial Products. *International Congress IPMU 2008*.
- 6.3.3. El Desempeño Medioambiental en los Indicadores de la RSC. *III Congreso de Contabilidad de Catalunya*.

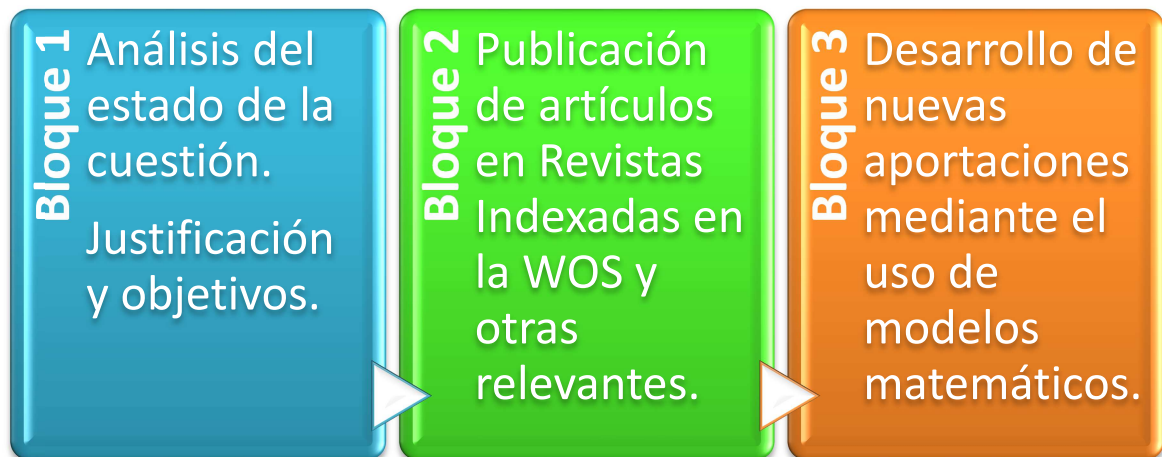
6.4. Artículos enviados pendientes de aceptación.

- 6.4.1. Association in Commercial Distribution by using Fuzzy Algorithms. Enviado a la *Journal of Business and Industrial Marketing*.

1.4. Metodología

La metodología que se ha utilizado en el desarrollo de esta Tesis Doctoral está basada en dos bases científicas complementarias como son la teoría de los subconjuntos borrosos que da a conocer Lotfi Zadeh (1965) y las sucesivas aportaciones que realizan al desarrollo de la teoría de la decisión los profesores Kaufmann y Gil-Aluja.

Se ha organizado en 3 grandes bloques:



A continuación se detallan brevemente cada uno de los bloques:

En el primer bloque se justifica la propuesta de tema a investigar y por dicho motivo, en primer lugar, se lleva a cabo un exhaustivo ejercicio de investigación dentro de la *Web of Science (WOS)* con la finalidad de determinar en qué situación se encuentra actualmente la Lógica Borrosa o Fuzzy como se conoce en términos anglosajones; los operadores OWA (Ordered Weighted Averaging) y la Responsabilidad Social Corporativa. En segundo lugar se realiza un repaso de los conceptos básicos y de las aportaciones que se circunscriben a nuestro ámbito de estudio dentro de la matemática de la incertidumbre. Para finalizar este bloque también se realiza una revisión de conceptos dentro del ámbito de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC). El objetivo crear un marco teórico que nos permitiese avanzar en el desarrollo de la Tesis.

En el segundo bloque se presentan las aportaciones que hemos realizado en Revistas Indexadas en la WOS o bien como Proceedings dentro de la misma y otras como CARHUS, así como trabajos presentados en diversos Congresos nacionales e Internacionales a los que se ha acudido. Por motivos laborales y profesionales se decide llevar a cabo una Tesis Doctoral por artículos indexados puesto que se puede aplicar el conocimiento del sector financiero que se posee en la Investigación Científica y así poder conseguir unos resultados más acordes con la realidad que nos rodea. En los tres trabajos que conforman el Capítulo 5, se utiliza la valoración de expertos con la finalidad de que los resultados obtenidos sean de utilidad para los investigadores y personas relacionadas con el mundo financiero y económico.

En el tercer y último bloque aparece el que será el motivo de la realización de este trabajo y que no es otro que la realización de nuevas aportaciones a la Comunidad Científica. En el Capítulo 5, se presentan las diferentes teorías y aplicaciones que hemos realizado en los 3 artículos que hasta la fecha están indexados en la WOS:

1. En “Los Valores Compartidos en la Empresa Española”, publicado en *Universia Business Review*; se lleva a cabo en una muestra de 212 empresas y 221 empleados de un segmento de 47 empresas a nivel nacional; un estudio para determinar a qué nivel empresas y trabajadores comparten sus valores.
2. En “Forgotten Effects of Corporate Social and Environmental Responsibility: A Case Study of Catalanian Economy”, publicado en *Kybernetes*; se aplica la teoría de los Efectos Olvidados (Kaufmann, 1988 y 1990; Gil-Aluja, 1999) al conjunto de la economía de Cataluña a la que se estructura en 24 sectores diferenciados con la finalidad de determinar los efectos de primera y segunda generación que se han podido generar entre ellos siguiendo las opiniones y valoraciones de 5 expertos en la materia.
3. En “Decision Making in the Assignment Process by Using the Hungarian Algorithm with OWA Operators”, aceptado y pendiente de publicación en *Technological and Economic Development of Economy*; se presenta una nueva extensión del Algoritmo Húngaro (Kuhn, 1955; Gil-Aluja, 1999) mediante la utilización de los OWA Operators.

1.5. Estructura y contenido

Esta Tesis Doctoral está estructurada en ocho capítulos que tratan de forma complementaria el tema que ha sido objeto de la investigación. A continuación se describirá brevemente el contenido de cada uno de ellos.

En el *capítulo 1*, se lleva a cabo la **Introducción**. Para ello se expone el tema principal y se justifica la elección del mismo. También se fijan los objetivos a alcanzar en el desarrollo de la Tesis Doctoral y se expone la metodología utilizada, finalizando con la estructura que tiene el trabajo realizado.

En el *capítulo 2*, se analiza el **Estado de la cuestión**. En primer lugar se elabora un análisis genérico de la *Web of Science (WOS)* y se realiza una breve descripción de la misma dando a conocer sus principales magnitudes. Con la finalidad de determinar que artículos tienen una mayor repercusión en nuestro ámbito de conocimiento; en segundo lugar se analizan qué trabajos son los 20 más referenciados. A continuación, se estudia la evolución histórica en cuanto a su nivel de difusión científica y qué revistas tienen un mayor número de publicaciones. En tercer lugar, realizamos un análisis similar al anterior y por ello se determinan los 10 trabajos científicos más referenciados en el campo de los OWA y se establece la evolución histórica de los mismos. Para finalizar este capítulo se lleva a cabo el mismo análisis específico de la evolución que ha tenido la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) en la *WOS*.

El *capítulo 3*, se estudian los **Instrumentos matemáticos en la incertidumbre** llevando a cabo un repaso de los conceptos existentes sobre la toma de decisiones. Para ello en primer lugar se presentan los intervalos de confianza, los subconjuntos borrosos, los números borrosos, la entropía y la noción de distancia. A continuación se estudia la asignación en la teoría de la decisión, la teoría de los efectos olvidados y la teoría de clanes. Finalizaremos el capítulo con el operador OWA original y su principal extensión, el induced OWA operator.

En el *capítulo 4*, se lleva a cabo la **Revisión de conceptos en el ámbito de la RSC**. Primeramente se determinan sus antecedentes y posteriormente se hace especial hincapié en el Libro Verde de la Comisión Europea (COM 2001/336) ya que éste supuso el primer paso que realizaron los Estados miembros de la UE en la implantación de la RSC. En último lugar se estudian los avances más recientes que se han dado en la materia.

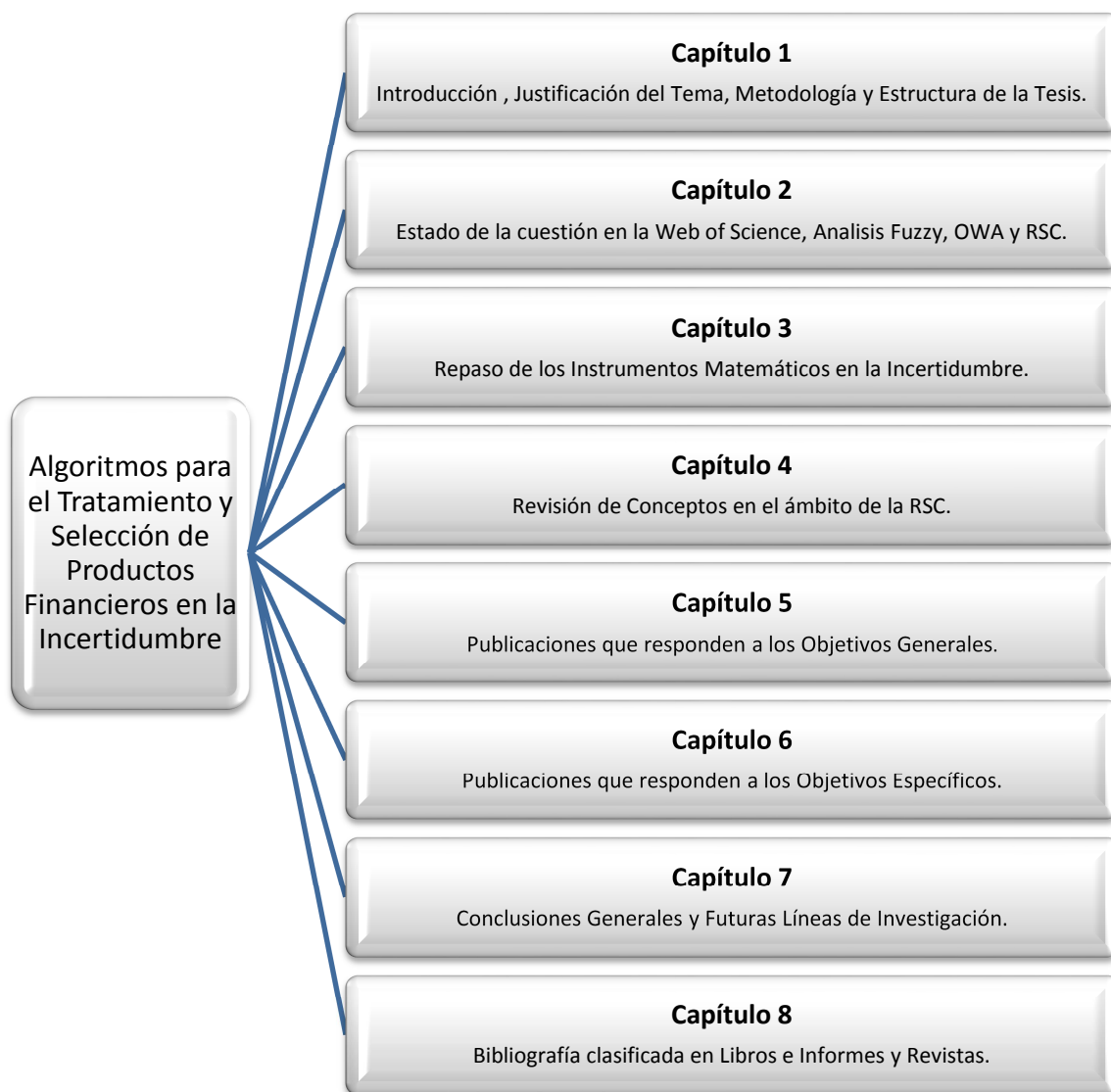
En el *capítulo 5*, se muestran las **Publicaciones que responden al objetivo general** y que corresponden a los tres artículos que han sido publicados en la *WOS* hasta la fecha. El orden en el que aparecen es el cronológico. En primer lugar, se publicó el trabajo que lleva por nombre: **Los Valores Compartidos en la Empresa Española** y que fue publicado en *Universia Business Review*. En segundo lugar se publicó el paper denominado: **Forgotten Effects of corporate social and environmental responsibility: a case study of Catalanian Economy**, en *Kybernetes*. Para finalizar este punto, se incorpora el trabajo denominado: **Decision Making in the Assignment Process by Using the Hungarian Algorithm with Owa Operators**, el cual se encuentra aceptado y pendiente de publicación en la *Technological and Economic Development of Economy*, por lo que se adjunta la Acceptance Letter firmada por el editor de la revista.

El **capítulo 6**, se denomina **Publicaciones que responden a los objetivos específicos** y en él se muestran los diversos artículos que han sido publicados por bloques. En primer lugar aparecen los que aparecen en la *WOS* como Proceedings de Congresos. En segundo aparecen los indexados en *CARHUS*. En tercer lugar se muestran diversos artículos que han sido publicados en los Congresos de carácter Nacional e Internacional a los que se ha asistido en el transcurso de la realización de la Tesis Doctoral. Se finaliza este capítulo con artículos enviados a publicaciones y pendientes de ser notificados.

En el **capítulo 7**, se presentan las **Conclusiones** alcanzadas tras el desarrollo de los capítulos anteriores y también se muestran las futuras líneas de investigación que son fruto del trabajo realizado.

Finalmente en el **capítulo 8**, se muestra la **Bibliografía** consultada para la realización del presente trabajo, distinguiendo entre las referencias procedentes de Libros e Informes de las que han sido de Revistas

De forma esquemática, podemos concluir que la Tesis Doctoral, presenta la siguiente estructura:



CAPÍTULO 2.

Estado de la cuestión

2.1. La Web of Science (WOS)

En 1960, se crea en Philadelphia el *Institute for Scientific Information* y que en 1992 es adquirido por Thomson Scientific; pasando a llamarse definitivamente Thomson Reuters después de la compra que realizaron de Reuters en 2008.

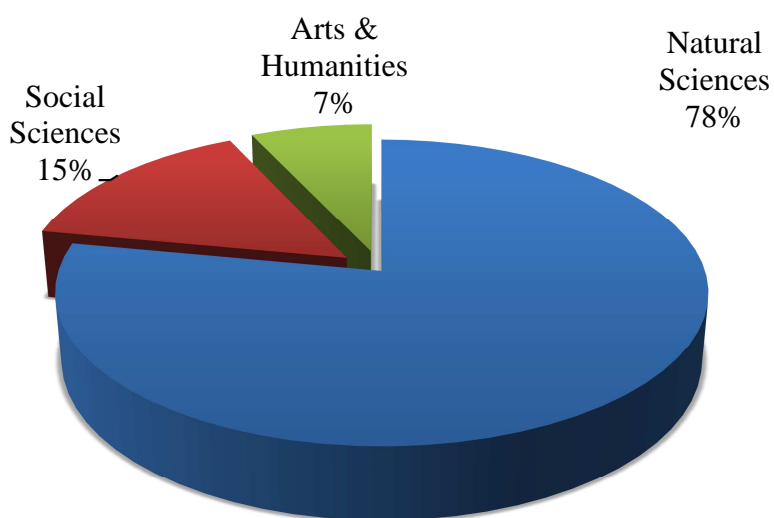
La conocida *Web of Science (WOS)*, es el servicio online de la que se conoce como Science Citation Index (*SCI*); que reúne las principales bases de citas editadas y que pueden consultarse de forma independiente o conjunta:

- *Science Citation Index Expanded (1900-presente)*
- *Social Sciences Citation Index (1956-presente)*
- *Arts & Humanities Citation Index (1975-presente)*
- *Conference Proceedings Citation Index- Science (1990-presente)*
- *Conference Proceedings Citation Index- Social Science & Humanities (1990-presente)*
- *Current Chemical Reactions (1986-2009)*
- *Index Chemicus (1993-2009)*

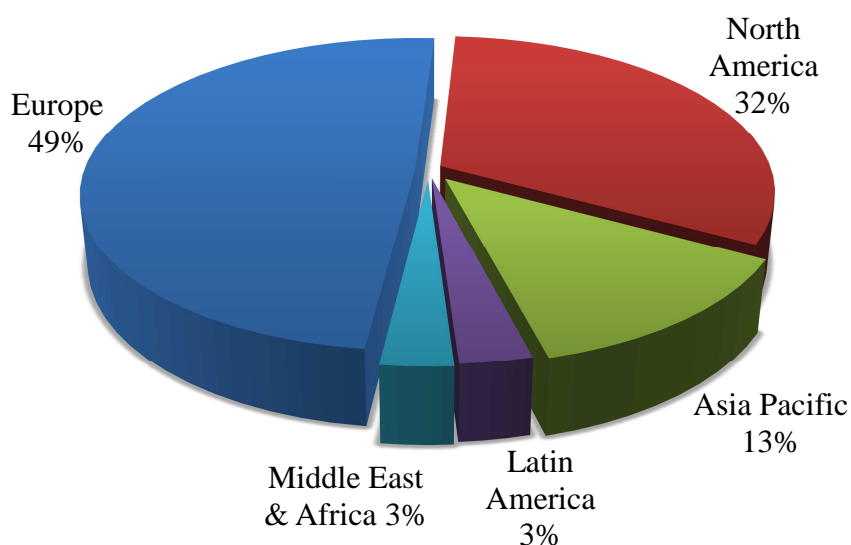
En la *WOS*, podemos destacar como principales magnitudes, la publicación de:

- 18.711 Trabajos científicos
- 12.000 Proceedings de Congresos con carácter anual
- 2.600.000 Estudios realizados
- 50.000 Libros académicos

En todos los ámbitos del conocimiento, englobados en tres grandes áreas: Natural Sciences, Social Sciences y Arts and Humanities. Y que a agosto de 2014, presentan una distribución aproximada de:



Recibiendo aportaciones de investigadores de cualquier lugar del mundo tal como lo muestra la diversidad que se observa en el gráfico siguiente:



Si bien Europa es la que más aporta con el 49%, Norte América representa un 32% de las entradas de la WOS y Asia está creciendo muy rápidamente gracias a las aportaciones que están realizando las Universidades de China e India a las diversas áreas del conocimiento.

Dentro de la Web of Science, también tenemos acceso a otras utilidades que proporciona Thomson Reuters a los Investigadores y de los que destacamos:

- InCites
- Journal Citation Reports
- Essential Science Indicators
- EndNote

Siendo la más útil para nuestro campo de investigación la Journal Citation Reports ya que permite la investigación del número de citas y contabilización de artículos para un concepto o área del saber.

Destacamos, que nuestra investigación en la WOS, ha sido realizada en agosto de 2014, por lo que los datos pueden presentar variaciones. También cabe señalar que la búsqueda que se realiza puede presentar pequeñas desviaciones ya que no la totalidad de artículos que concuerdan con las diferentes palabras clave que hemos utilizado, eran útiles para nuestra investigación por lo que hemos tenido que parametrizarlas correctamente.

2.2. Análisis genérico de la matemática borrosa

Entrando en el detalle de nuestra búsqueda, en primer lugar hemos realizado consultas sobre el término fuzzy (término con el que se conoce la lógica borrosa a nivel internacional). Para proceder a evaluar los datos de los que disponemos, primero

observaremos los artículos más referenciados; en segundo lugar el crecimiento y la evolución que presenta esta temática en los últimos 30 años; en tercer lugar realizaremos una clasificación conformada por las diez publicaciones que han recogido más aportaciones y lo analizaremos porcentualmente.

A continuación, mostramos los resultados:

La palabra *fuzzy*, obtiene **185.669** entradas y los 20 artículos más referenciados dentro de nuestro ámbito de investigación, son los siguientes:

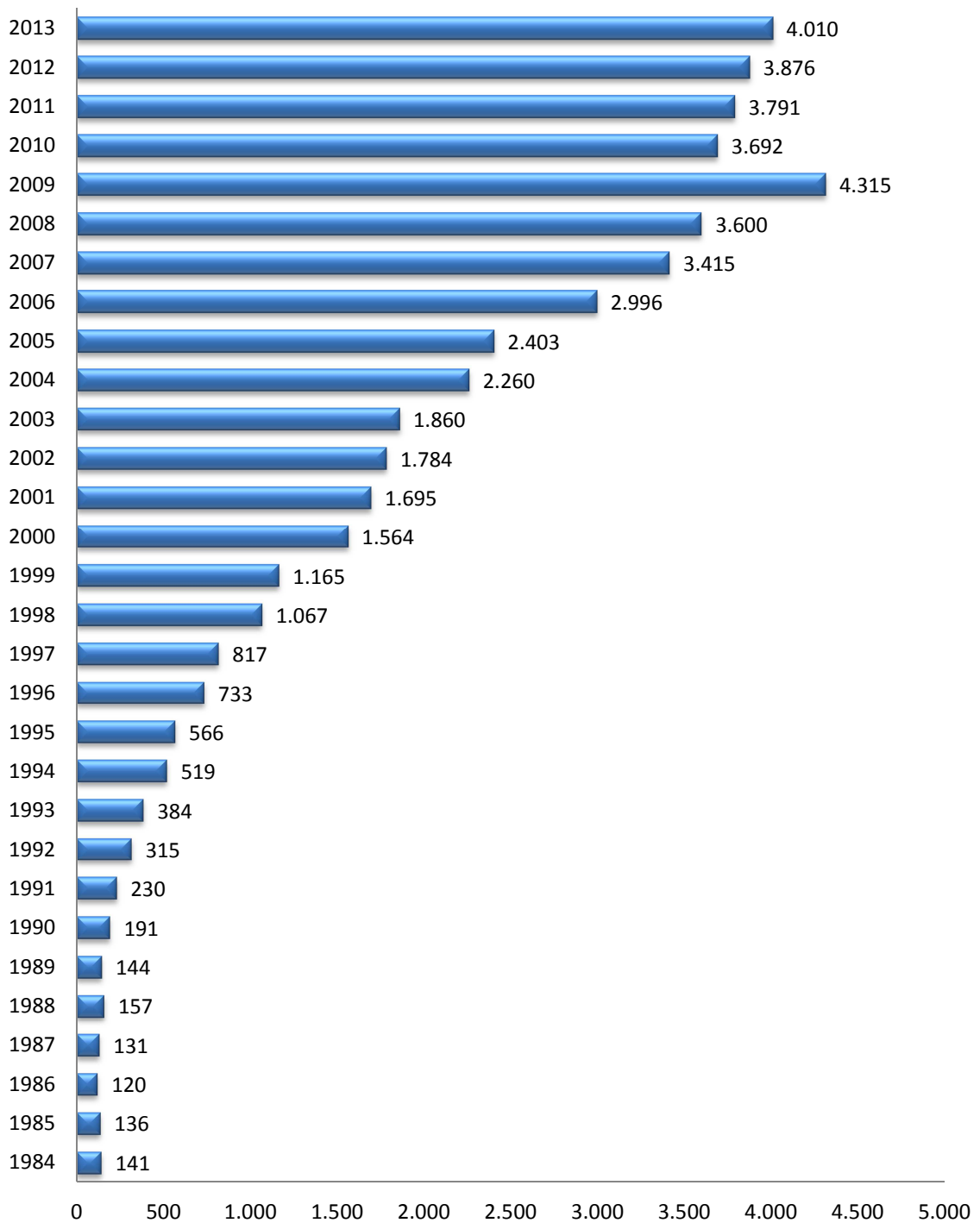
- (1) L.A. Zadeh. Fuzzy Sets. *Information and Control* 8 (3). 1965, 338-353. DOI: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X.
Veces citado: 19195.
- (2) T. Takagi, M. Sugeno. Fuzzy Identification of Systems and its Applications to Modeling and Control. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 15 (1). 1985, 116-132.
Veces citado: 6973.
- (3) J.S.R. Jang. Anfis – Adaptive Network Based Fuzzy Inference System, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 23 (3). 1993, 665-685. DOI: 10.1109/21.256541.
Veces citado: 3928.
- (4) C.C. Lee. Fuzzy - Logic in control systems – Fuzzy Logic Controller 1. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 20 (2). 1990, 404-418. DOI: 10.1109/21.52551.
Veces citado: 2382.
- (5) K.T. Atanassov. Intuitionistic Fuzzy- sets. *Fuzzy Sets and Systems* 20 (1). 1986, 87-96. DOI: 10.1016/S0165-0114(86)80034-3.
Veces citado: 1961.
- (6) E.H. Mamdani, S. Assilian. Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller. *International Journal of Man-Machine Studies* 7 (1). 1975, 1-13. DOI: 10.1016/S0020-7373(75)80002-2.
Veces citado: 1874.
- (7) N.R. Pal, S.K. Pal. A Review on Image Segmentation Techniques. *Pattern Recognition* 26 (9). 1993, 1277-1294. DOI: 10.1016/0031-3203(93)90135-J.
Veces citado: 1345.
- (8) H.O. Wang, K. Tanaka, M.F. Griffin. An approach to fuzzy control of nonlinear systems: Stability and design issues. *IEEE Transactions on fuzzy systems* 4 (1). 1996, 14-23. DOI: 10.1109/91.481841.
Veces citado: 1315.
- (9) L.X. Wang, J.M Mendel. Generating fuzzy rules by learning from examples. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 22 (6). 1992, 1414-1427. DOI: 10.1109/21.199466.
Veces citado: 1299.
- (10) K. Tanaka, M. Sugeno. Stability analysis and design on fuzzy control-systems. *Fuzzy Sets and Systems* 45 (2). 1992, 135-156. DOI: 10.1016/0165-0114(92)90113-I.
Veces citado: 1298.
- (11) M. Sugeno, G.T. Kang. Structure identification of fuzzy model. *Fuzzy Sets and Systems* 28 (1). 1988, 15-33. DOI: 10.1016/0165-0114(88)90113-3.
Veces citado: 1144.

- (12)L.X. Wang, J.M. Mendel. Fuzzy basis functions, universal approximation, and orthogonal least-squares learning. *IEEE Transactions on Neural Networks* 3 (5). 1992, 807-814. DOI: 10.1109/72.159070.
Veces citado: 1141.
- (13)X.L.L. Xie, G. Beni. A validity measure for fuzzy clustering. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 13 (8). 1992, 841-847. DOI: 10.1109/34.85677.
Veces citado: 1012.
- (14)L.A. Zadeh. Similarity Relations and Fuzzy Orderings. *Information Sciences* 3 (2). 1971, 177-200. DOI: 10.1016/S0020-0255(71)80005-1.
Veces citado: 1005.
- (15)L.A. Zadeh. Fuzzy logic equals Computing with words. *IEEE Transactions on fuzzy systems* 4 (2). 1996, 103-111. DOI: 10.1109/91.493904.
Veces citado: 957.
- (16)L.A. Zadeh. Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic. *Fuzzy Set and Systems* 90 (2). 1997, 111-127. DOI: 10.1016/S0165-0114(97)00077-8.
Veces citado: 874.
- (17)D. Dubois, H. Prade. Operations on fuzzy numbers. *International Journal of Systems Science* 9 (6). 1978, 613-626. DOI: 10.1080/00207727808941724.
Veces citado: 854.
- (18)K. Tanaka, T. Ikeda, H.O. Wang. Fuzzy regulators and fuzzy observers: Relaxed stability conditions and LMI-based designs. *IEEE Transactions on fuzzy systems* 6 (2). 1998, 250-265. DOI: 10.1109/91.669023.
Veces citado: 840.
- (19)D. Dubois, H. Prade. Rough fuzzy-sets and fuzzy rough sets. *International Journal of General Systems* 17 (2-3). 1990, 191-209. DOI: 10.1080/03081079008935107.
Veces citado: 795.
- (20)B.D. Liu, Y.K. Liu. Expected value of fuzzy variable and fuzzy expected value models. *IEEE Transactions on fuzzy systems* 10 (4). 2002, 445-450. DOI: 10.1109/TFUZZ.2002.800692.
Veces citado: 779.

A continuación mostramos la distribución de artículos publicados en los últimos 30 años desde 1984 hasta el 2013. Si bien disponemos de datos a septiembre de 2014 no los hemos incorporado al no estar completos.

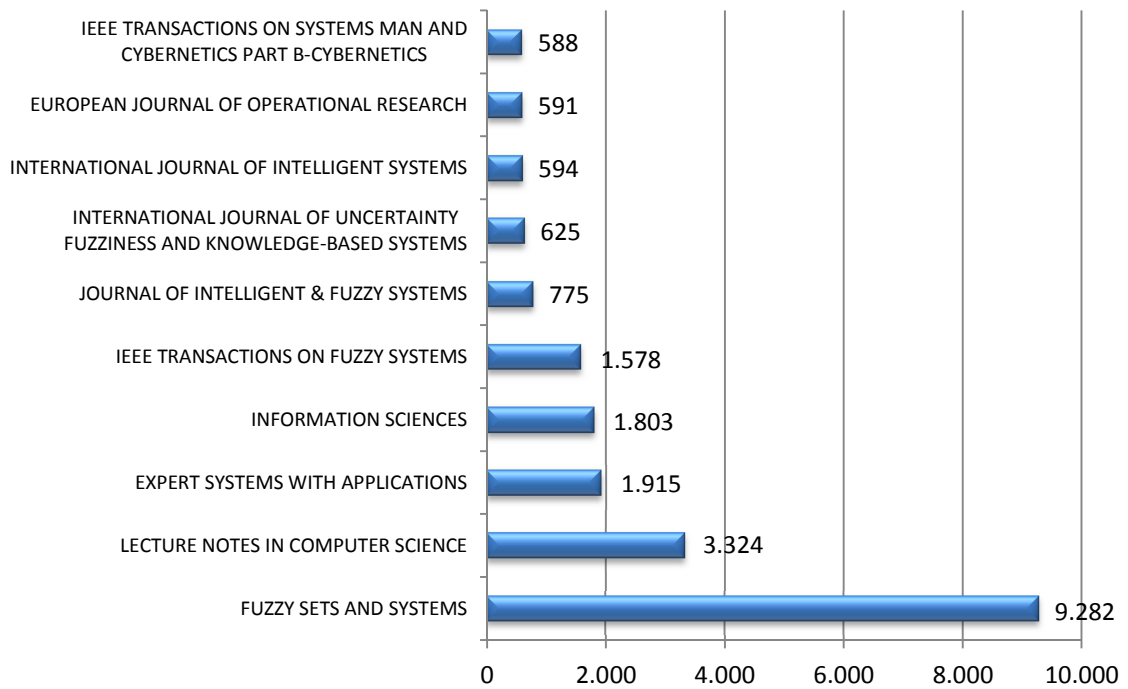
1984	141	1994	519	2004	2.260
1985	136	1995	566	2005	2.403
1986	120	1996	733	2006	2.996
1987	131	1997	817	2007	3.415
1988	157	1998	1.067	2008	3.600
1989	144	1999	1.165	2009	4.315
1990	191	2000	1.564	2010	3.692
1991	230	2001	1.695	2011	3.791
1992	315	2002	1.784	2012	3.876
1993	384	2003	1.860	2013	4.010

Su distribución mediante gráfico:

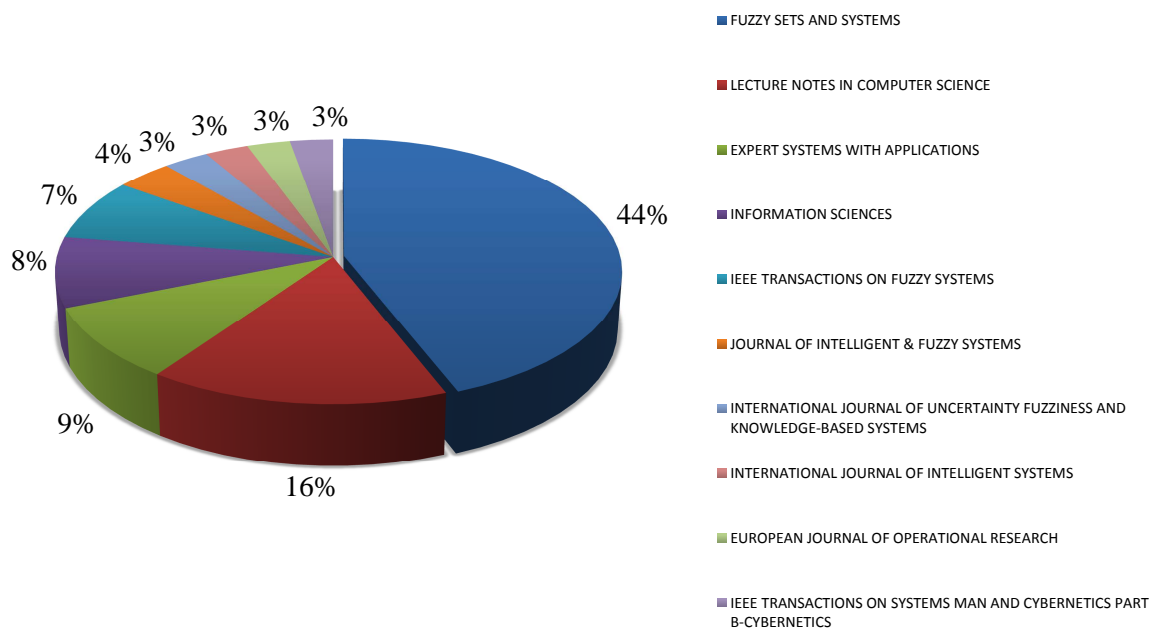


Observamos que el nivel de entradas presenta un espectacular crecimiento a partir de principios de los 90 y desde entonces no ha parado de crecer, si bien en 2009 se alcanzó el máximo hasta la fecha con 4.315 publicaciones, en 2013 se alcanzan cifras muy similares con 4.010 publicaciones dentro de nuestro ámbito de estudio.

A continuación, mostramos la clasificación de las **10** Revistas con un mayor número de entradas registradas con la palabra *fuzzy* en la WOS.



Gráficamente, una vez mostrados los resultados en número, a continuación lo hacemos en porcentaje. Observamos que la Fuzzy Sets and Systems, recoge un 44% del total de las publicaciones seguida muy de lejos por la Lecture Notes in Computer Science con el 16%.



2.3. Análisis específico de los operadores OWA

También hemos realizado la búsqueda en la WOS del concepto OWA, con la finalidad de constatar el crecimiento que está teniendo en la investigación operativa. Obtenemos 1.350 entradas; una cifra mucho más reducida que la obtenida en la búsqueda anterior debido a que el concepto fue introducido por Yager a finales de la década de los 80 y desde principios de los 90 no ha parado de crecer; y a continuación mostramos los 10 artículos más referenciados:

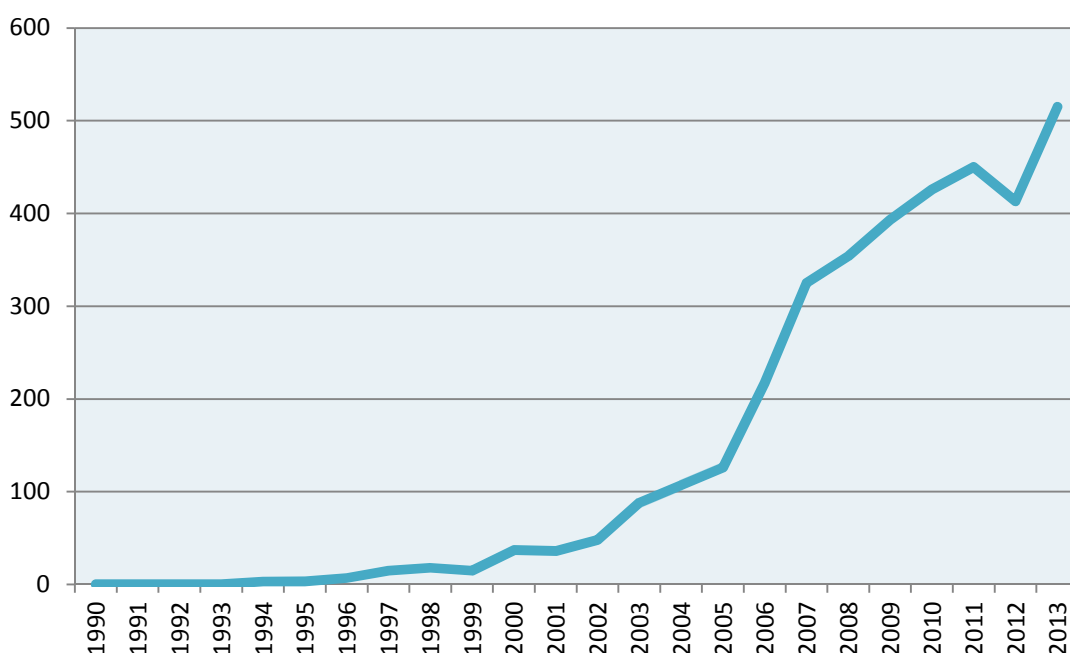
- (1) F. Herrera, E. Herrera-Viedma. Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information. *Fuzzy Sets and Systems* 115 (1). 2000, 67-82. DOI: 10.1016/S0165-0114(99)00024-X.
Veces citado: 577.
- (2) R.R. Yager. Families of OWA operators. *Fuzzy Sets and Systems* 59 (2). 1993, 125-148. DOI: 10.1016/0165-0114(93)90194-M.
Veces citado: 534.
- (3) F. Chiclana, F. Herrera, E. Herrera-Viedma. Integrating three representation models in fuzzy multipurpose decision making based on fuzzy preference relations. *Fuzzy Sets and Systems* 97 (1). 1998, 33-48. DOI: 10.1016/S0165-0114(96)00339-9.
Veces citado: 417.
- (4) R.R. Yager. Quantifier guided aggregation using OWA operators. *International Journal of Intelligent Systems* 11 (1). 1996, 49-73. DOI: 10.1002/(SICI)1098-111X(199601)11:1<49::AID-INT3>3.3.CO;2-L.
Veces citado: 386.
- (5) F. Herrera, L. Martínez. A model based on linguistic 2-tuples for dealing with multigranular hierarchical linguistic contexts in multi-expert decision-making. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics part B-Cybernetics* 31 (2). 2001, 227-234. DOI: 10.1109/3477.915345.
Veces citado: 376.
- (6) R.R. Yager, D.P. Filev. Induced ordered weighted averaging operators. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics part B-Cybernetics* 29 (2). 1999, 141-150. DOI: 10.1109/3477.752789.
Veces citado: 355.
- (7) Z.S. Xu, Q.L. Da. An overview of operators for aggregating information. *International Journal of Intelligent Systems* 18 (9). 2003, 953-969. DOI: 10.1002/int.10127.
Veces citado: 338.
- (8) Z.S. Xu. Intuitionistic fuzzy aggregation operators. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 15 (6). 2007, 1179-1187. DOI: 10.1109/TFUZZ.2006.890678.
Veces citado: 313.
- (9) F. Herrera, E. Herrera-Viedma, L. Martínez. A fusion approach for managing multi-granularity linguistic term sets in decision making. *Fuzzy Sets and Systems* 114 (1). 2000, 43-58. DOI: 10.1016/S0165-0114(98)00093-1.
Veces citado: 310.
- (10) F. Herrera, E. Herrera-Viedma, J.L. Verdegay. Direct approach processes in group decision making using linguistic OWA operators. *Fuzzy Sets and Systems* 79 (2). 1996, 175-179. DOI: 10.1016/0165-0114(95)00162-X.
Veces citado: 308.

Si bien fue R.R. Yager quién dio a conocer dicho término, observamos que existen diversos Investigadores españoles como Francisco Herrera y Enrique Herrera-Viedma en la Universidad de Granada que cuentan con dos artículos entre los tres más referenciados; y Josep María Merigó Lindahl que inició su actividad Investigadora en la Universitat de Barcelona que con su artículo “The Induced Generalized OWA Operator” es el primero más referenciado en los 2 últimos años dentro de esta área de conocimiento en la Essential Science Indicators de la WOS.

A continuación mostramos la distribución de artículos publicados desde 1993 hasta el 2013 ambos inclusive.

1993	<i>0</i>	2000	<i>37</i>	2007	<i>325</i>
1994	<i>3</i>	2001	<i>36</i>	2008	<i>354</i>
1995	<i>3</i>	2002	<i>48</i>	2009	<i>393</i>
1996	<i>7</i>	2003	<i>88</i>	2010	<i>426</i>
1997	<i>15</i>	2004	<i>107</i>	2011	<i>450</i>
1998	<i>18</i>	2005	<i>126</i>	2012	<i>413</i>
1999	<i>15</i>	2006	<i>217</i>	2013	<i>515</i>

Donde podemos observar que desde la publicación de Yager en 1988, desde 1993 no paran de crecer el número de artículos publicados sobre la temática de los OWA. Así en el siguiente gráfico vemos que menos de 10 años, desde 2004 se han casi quintuplicado el número de artículos publicados en la WOS.



2.4. Análisis específico de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC)

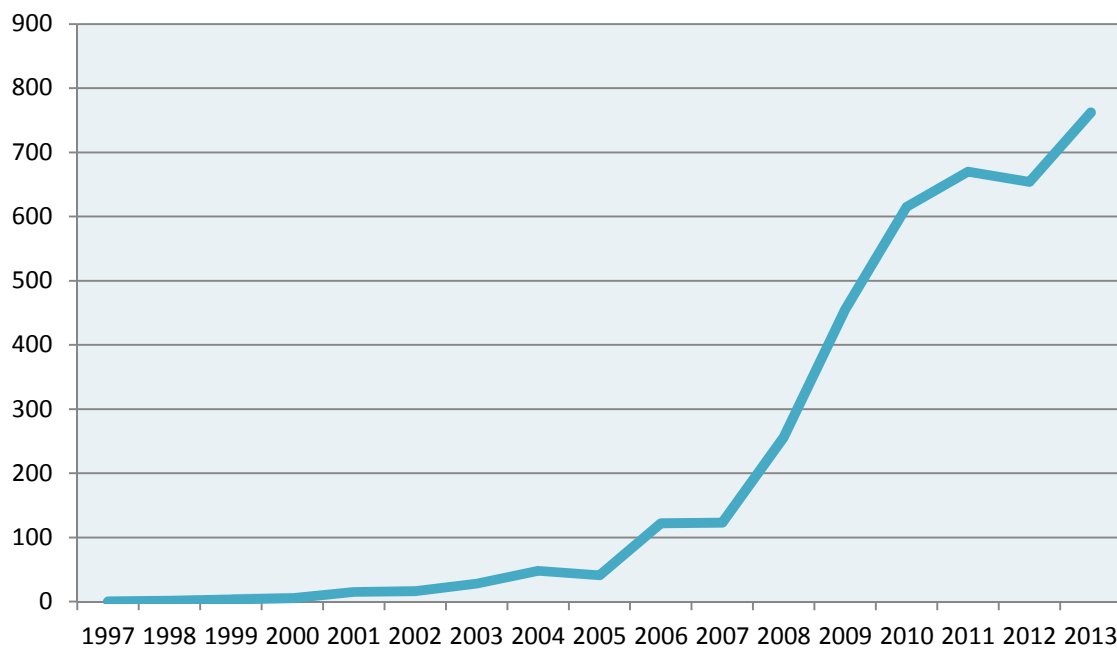
Para finalizar el análisis del estado de la cuestión hemos querido estudiar qué difusión tiene la Responsabilidad Social Corporativa o Corporate Social Responsibility (CSR) dentro de la *ISI Web*. Hemos obtenido 2.924 entradas, que nos muestran la amplia difusión que están dando los investigadores a nivel mundial; y a continuación enunciamos los 10 artículos que han sido más veces referenciados son:

- (1) A. McWilliams, D. Siegel. Corporate social responsibility: A theory of the firm perspective. *Academy of Management Review* 26 (1). 2001, 117-127. DOI: 10.2307/259398.
Veces citado: 666.
- (2) M. Porter, M.R. Kramer. Strategy and society. *Harvard Business Review* 84 (12). 2006, 78-96.
Veces citado: 614.
- (3) T.J. Brown, P.A. Dacin. The company and the product: Corporate associations and consumer product responses. *Journal of Marketing* 61 (1). 1997, 68-84. DOI: 10.2307/1252190.
Veces citado: 538.
- (4) S. Sen, C.B. Bhattacharya. Does doing good always lead to doing better? Consumer reactions to corporate social responsibility. *Journal of Marketing Research* 38 (2). 2001, 225-243. DOI: 10.1509/jmkr.38.2.225.18838.
Veces citado: 510.
- (5) A. McWilliams, D. Siegel. Corporate social responsibility and financial performance: Correlation or misspecification?. *Strategic Management Journal* 21 (5). 2000, 603-609. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0266(200005)21:5<603::AID-SMJ101>3.3.CO;2-V.
Veces citado: 393.
- (6) E. Garriga, D.N. Melé. Corporate Social Responsibility theories: Mapping the territory. *Journal of Business Ethics* 53 (1-2). 2004, 51-71. DOI: 10.1023/B:BUSI.0000039399.90587.34.
Veces citado: 337.
- (7) D. Matten, J. Moon. Implicit and explicit CSR: A conceptual framework for a comparative understanding of corporate social responsibility. *Academy of Management Review* 33 (2). 2008, 404-424.
Veces citado: 327.
- (8) A. McWilliams, D. Siegel, P.M. Wright. Corporate social responsibility: Strategic implications. *Journal of Management Studies* 43 (1). 2006, 1-18. DOI: 10.1111/j.1467-6486.2006.00580.x.
Veces citado: 291.
- (9) R.V. Aguilera, D.E. Rupp, C.A. Williams, J. Ganapathi. Putting the S back in corporate social responsibility: A multilevel theory of social change in organizations. *Academy of Management Review* 32 (3). 2007, 836-863.
Veces citado: 274.
- (10) A.G. Scherer, G. Palazzo. Toward a political conception of corporate responsibility: Business and society seen from a Habermasian perspective. *Academy of Management Review* 32 (4). 2007, 1096-1120.
Veces citado: 247.

Si observamos la distribución de artículos publicados desde 1997 hasta el 2013 ambos inclusive, vemos como desde 2008 no ha parado de crecer.

1997	<i>0</i>	2003	<i>28</i>	2009	<i>455</i>
1998	<i>1</i>	2004	<i>48</i>	2010	<i>615</i>
1999	<i>3</i>	2005	<i>41</i>	2011	<i>670</i>
2000	<i>5</i>	2006	<i>122</i>	2012	<i>654</i>
2001	<i>15</i>	2007	<i>123</i>	2013	<i>762</i>
2002	<i>16</i>	2008	<i>256</i>		

Donde se observa que desde la publicación del denominado Libro Verde por parte de la Comisión Europea en 2001, no paran de crecer el número de artículos publicados sobre esta temática. Así en el siguiente gráfico vemos que desde 2003, ha pasado de tener 28 entradas a más de 760 referencias en la WOS.



CAPÍTULO 3.

Instrumentos matemáticos en la incertidumbre

3.1. Introducción

La captación y gestión de recursos financieros por parte de las entidades bancarias plantea un problema de decisión como consecuencia de la amplia variedad de productos que ponen a disposición de sus eventuales clientes. Se observa, cada vez más frecuentemente, que aparecen en el mercado nuevos productos bajo formas muy diversas que aparentan tener características muy distintas de los ya existentes o quieren nacer diferenciados de los de la competencia. No podemos olvidar la fuerte competitividad que caracteriza al entorno financiero que obliga a los oferentes de medios de pago a realizar un esfuerzo de diversificación y diferenciación de sus productos, teniendo como resultado una mayor cuota de mercado y, de otra parte, esquivar las inexorables leyes del mercado.

Cuando a una persona física o jurídica, se le plantea la necesidad de recurrir a la financiación ajena, los ejecutivos de las empresas se encuentran, ante un cierto número, evidentemente finito de opciones que pone a su alcance el mercado, entre las cuales deberán elegir aquella que mejor se adapte a sus propias necesidades.

Es evidente que para cada situación, existirá una distinta valoración de cada una de las características de los productos financieros. Así en determinados casos, resultará de vital importancia la rapidez en la obtención de los fondos, el nivel de riesgo que somos capaces de asumir.... En definitiva, el cliente estimará en cada circunstancia un orden de prelación de las características que configuran sus opciones.

En este contexto aparecen dos elementos fundamentales, que conforman el problema planteado:

- Diferenciación en las características de cada uno de los productos financieros que se ofrecen
- Estimación por parte del analista de cada característica en relación con el conjunto de ellas, lo que nos proporcionará un orden de preferencia

Es evidente que el grado de preferencia de cada característica en relación con las demás lo podremos determinar en relación con las demás unas veces mediante medidas, es decir con carácter objetivo, pero en otras será necesario poder recurrir a situaciones numéricas subjetivas, es decir mediante valuaciones. Lo mismo sucederá cuando tratemos de comparar, para cada característica, el grado de preferencia entre un producto y los demás.

La participación de datos objetivos y estimaciones subjetivas hace aconsejable la utilización de técnicas de gestión válidas en el campo de la incertidumbre, habida cuenta de que la matemática de la certeza puede ser considerada como un caso particular de la matemática de la incertidumbre, cuyos esquemas, de naturaleza “blanda”, pueden ser aplicables también en el supuesto de datos precisos de naturaleza “dura”.

Por otra parte, la existencia de relaciones entre productos así como de relaciones en las estimaciones de las diferentes características hace pensar en la conveniencia de operar en nuestro trabajo, mediante matrices subjetivas, aprovechando el amplio abanico de posibilidades que nos ofrece el cálculo matricial.

3.2. Instrumentos para el tratamiento de la incertidumbre

3.2.1. Las leyes del azar o la teoría de probabilidades

Un fenómeno podremos considerarlo aleatorio o sometido al “azar” si sus posibles resultados los conocemos en términos de probabilidad.

Podemos definir que un fenómeno le podremos observar N estados independientes entre sí que serán equiprobables. Entre los N estados, consideraremos como favorables a n por lo que afirmaremos que la probabilidad será igual a n/N .

A partir de la Teoría de conjuntos, definiremos a los subconjuntos que son susceptibles de ser sometidos a la probabilidad.

3.2.1.1. Definición.

Siendo E un referencial finito, $P(E)$ el conjunto de sus partes y Δ un subconjunto de $P(E)$ el cual contiene a E . El subconjunto Δ , será probabizable si satisface que:

1. $\forall A \in \Delta : \bar{A} \in \Delta$
2. $\forall A \in \Delta \vee \forall B \in \Delta : A \cup B \in \Delta$

Pudiendo verificar que:

- $\emptyset \in \Delta$
- $\forall A \in \Delta \vee \forall B \in \Delta : A \cap B \in \Delta$
- $\forall A \in \Delta \vee \forall B \in \Delta : A - B = A \cap \bar{B} \in \Delta$

Probabilidad que será dada una familia Δ , la aplicación de $\Delta \rightarrow R^+$ que cumpla:

1. $\forall A \in \Delta : pr(A) \geq 0$
2. $\forall A \in \Delta \vee \forall B \in \Delta : (A \cap B = \emptyset) \Rightarrow (pr(A \cup B) = pr(A) + pr(B))$
3. $pr(E) = 1$

Pudiendo verificar que:

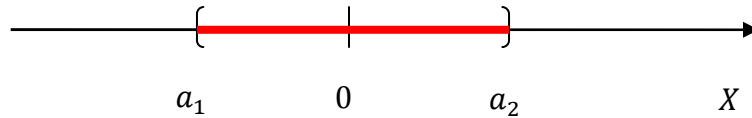
- $pr(\emptyset) = 0$
- $pr(\bar{A}) = 1 - pr(A)$
- $pr(A) + pr(B) = pr(A \cap B) + pr(A \cup B)$
- $(B \subset A) \Rightarrow (pr(B) \leq pr(A))$

3.2.2. La teoría de los intervalos de confianza

Si consideramos una magnitud de la que desconocemos su valor, pero sabemos que pertenece a R y que la misma es superior o igual a $a_1 \in R$ e inferior o igual a $a_2 \in R$; por lo que podemos afirmar que pertenece al segmento $[a_1, a_2] \subset R$; concluyendo que $A = [a_1, a_2]$.

Si bien suelen tratarse de intervalos cerrados, también podremos considerar intervalos abiertos a la izquierda y cerrados a la derecha o bien abiertos a la derecha; cerrados a la izquierda y abiertos a la derecha y a la izquierda.

Gráficamente, lo podremos representar como un Dominio de confianza en R^n .



Pudiendo hacerlo extensible a $R^2, R^3, \dots R^n$.

3.2.2.1. Operaciones con Intervalos de Confianza.

Sean $A = [a_1, a_2] \subset R$ y $B = [b_1, b_2] \subset R$ dos intervalos de confianza; podremos definir las siguientes operaciones:

3.2.2.2. Suma

$$A(+)B = [a_1, a_2](+)[b_1, b_2] = [a_1 + b_1, a_2 + b_2]$$

Cuyas propiedades son:

- Conmutatividad, $A (+)B = B (+)A$
- Asociatividad, $(A (+)B) + C = A (+)(B (+)C)$
- Elemento Neutro, $0 (+)A = A (+) 0$, con $0 = [0, 0]$

3.2.2.3. Resta

$$A(-)B = [a_1, a_2](-)[b_1, b_2] = [a_1 - b_2, a_2 - b_1]$$

Evidentemente la resta no cumple las propiedades que lo hacían en la suma.

3.2.2.4. Multiplicación

$$A(\cdot)B = [a_1, a_2](\cdot)[b_1, b_2] = [\min(a_1(\cdot)b_1, a_1(\cdot)b_2, a_2(\cdot)b_1, a_2(\cdot)b_2), \max(a_1(\cdot)b_1, a_1(\cdot)b_2, a_2(\cdot)b_1, a_2(\cdot)b_2)]$$

Cuyas propiedades son:

- Conmutatividad, $A (\cdot)B = B (\cdot)A$
- Asociatividad, $[A (\cdot)B](\cdot)C = A (\cdot)[B (\cdot)C]$
- Elemento Neutro, $1 (\cdot)A = A (\cdot) 1 = A$

En el caso particular de R^+ tendremos: $A(\cdot)B = [a_1, a_2](\cdot)[b_1, b_2] = [a_1(\cdot)b_1, a_2(\cdot)b_2]$

3.2.2.5. División

$$A(\cdot)B = [a_1, a_2](\cdot)[b_1, b_2] \\ = [\min(a_1/b_1, a_1/b_2, a_2/b_1, a_2/b_2), \max(a_1/b_1, a_1/b_2, a_2/b_1, a_2/b_2)]$$

En el caso particular de R^+ tendremos: $A(\cdot)B = [a_1, a_2](\cdot)[b_1, b_2] = \left[\frac{a_1}{b_2}, \frac{a_2}{b_1}\right]$

3.2.2.6. Otras operaciones con Intervalos de Confianza en R.

Minimización

$$A(\wedge)B = [a_1, a_2](\wedge)[b_1, b_2] = [\min(a_1, b_1), \min(a_2, b_2)] = [a_1(\wedge)b_1, a_2(\wedge)b_2]$$

Maximización

$$A(\vee)B = [a_1, a_2](\vee)[b_1, b_2] = [\max(a_1, b_1), \max(a_2, b_2)] = [a_1(\vee)b_1, a_2(\vee)b_2]$$

Cumpléndose en esta ocasión las siguientes propiedades matemáticas:

- Conmutatividad
 $A(\wedge)B = B(\wedge)A$
 $A(\vee)B = B(\vee)A$
- Asociatividad
 $(A(\wedge)B)(\wedge)C = A(\wedge)(B(\wedge)C)$
 $(A(\vee)B)(\vee)C = A(\vee)(B(\vee)C)$
- Idempotencia
 $A(\wedge)A = A$
 $A(\vee)A = A$
- Absorción
 $A(\vee)(A(\wedge)B) = A$
 $A(\wedge)(A(\vee)B) = A$
- Distributividad
 $A(\vee)(B(\wedge)C) = (A(\vee)B)(\wedge)(A(\vee)C)$
 $A(\wedge)(B(\vee)C) = (A(\wedge)B)(\vee)(A(\wedge)C)$

3.2.2.7. Intervalos de Confianza repetidos

Suponiendo un intervalo de confianza $A = [a_1, a_2] \subset R$, al repetir n veces la suma de A consigo misma observaremos que:

$$A(+)A(+) \dots (+)A = [a_1, a_2](+)[a_1, a_2](+) \dots (+)[a_1, a_2] = [a_1 + a_1 + \dots + a_1, a_2 + a_2 + \dots + a_2] = [n \cdot a_1, n \cdot a_2] = n \cdot A$$

Observaremos que si $x_1 = \frac{a_1+a_2}{2}$ es el valor central de A , entonces el valor central de $n \cdot A$ será $x_n = n \cdot \frac{a_1+a_2}{2}$ y obtendremos que $x_1 = \frac{x_n}{n}$.

3.2.2.8. Intervalos de Confianza de grado superior

Los extremos de un intervalo de confianza pueden ser ellos mismos inciertos, lo que significa que estarán compuestos por otros intervalos de confianza. En este caso lo formularemos como un “intervalo de confianza de segundo grado”:

$$A_2 = [[a_1, a_2], [a_3, a_4]]$$

Si vamos un paso más allá y formulamos el “intervalo de confianza de tercer grado” obtendremos:

$$A_3 = [[[a_1, a_2], [a_3, a_4]], [[a_5, a_6], [a_7, a_8]]]$$

Y así lo podríamos ir formulando hasta los n grados.

3.2.3. La teoría de los subconjuntos borrosos

En 1965, Lotfi Zadeh el profesor de la Universidad de Berkeley presenta la primera aproximación a los subconjuntos borrosos. Dicha aportación marca un antes y un después dentro de la investigación operativa y a día de hoy en 2014, dicho artículo se referencia en innumerables aportaciones que se realizan.

Se considera un referencial E y un subconjunto ordinario que denominamos A que $\subset E$, definido por su función característica:

$$\mu_a(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \in A \\ 0 & \text{si } x \notin A \end{cases}$$

De esta forma se observa que la pertenencia de un elemento al subconjunto es del tipo “existe” o “no existe”.

Así el subconjunto borroso lo podremos definir a partir del referencial E , escribiéndose como $\tilde{A} \subset E$, que será definido como $\mu_{\tilde{a}}(x) = \alpha$, $x \in A_\alpha$.

A modo de ejemplo un subconjunto borroso de E , podría ser:

	a	b	c	d	e	f	g
$\tilde{A} =$	0.3	0.5	0.7	0	0.6	1	0.4

3.2.3.1. Operaciones con subconjuntos borrosos

Definiremos tres tipos de operaciones que generalizan las operaciones con conjuntos para $\forall x \in E$:

- Intersección, $\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(x)$
- Unión, $\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \vee \mu_{\tilde{B}}(x)$
- Complementación, $\mu_{\tilde{A}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x)$

A partir de estos 3 operadores podríamos construir el resto ya que su estructura es la de un retículo distributivo no complementado por \cap y \cup .

A pesar de ello existen una serie de subconjuntos borrosos que destacaremos y que no se dan en los subconjuntos vulgares para $\forall x \in E$:

- Traslación a la derecha, $a \in R^+$: $\mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x - a)$
- Traslación a la izquierda, $a \in R^+$: $\mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x + a)$
- Compresión, $k > 1$: $\mu_{\tilde{A}}(x) = [\mu_{\tilde{A}}(x)]^k$
- Dilatación, $0 < k < 1$: $\mu_{\tilde{A}}(x) = [\mu_{\tilde{A}}(x)]^k$
- Aumentación de contraste, $0 \leq \mu \leq 0.5$: $\mu_{\tilde{A}}(x) = 2^{k-1} [\mu_{\tilde{A}}(x)]^k$ y para $0.5 \leq \mu \leq 1 = 1 - 2^{k-1} [1 - \mu_{\tilde{A}}(x)]^k$

3.2.3.2. Los subconjuntos Φ borrosos

Cuando la incertidumbre es mayor y si suponemos que para cada x se hace que corresponda una aplicación de x en el subconjunto de segmentos que existen entre $[0, 1]$. Podremos definir $\forall x \in E$: $\mu_{\hat{a}}(x) = [\mu_{\tilde{A}^{(1)}}(x), \mu_{\tilde{A}^{(2)}}(x)]$, o bien si procedemos a su simplificación obtendremos: $\mu_{\hat{a}}(x) = [a_1(x), a_2(x)]$.

Se observa $\forall x \in E$: $a_1(x) = a_2(x)$, quedando reducido el subconjunto Φ -borroso a un simple subconjunto borroso.

Podremos definir las siguientes propiedades:

- Conmutatividad

$$\hat{A} \cap \hat{B} = \hat{B} \cap \hat{A}$$

$$\hat{A} \cup \hat{B} = \hat{B} \cup \hat{A}$$

- Asociatividad

$$\hat{A} \cap (\hat{B} \cap \hat{C}) = (\hat{A} \cap \hat{B}) \cap \hat{C}$$

$$\hat{A} \cup (\hat{B} \cup \hat{C}) = (\hat{A} \cup \hat{B}) \cup \hat{C}$$

- Idempotencia

$$\hat{A} \cap \hat{A} = \hat{A}$$

$$\hat{A} \cup \hat{A} = \hat{A}$$

- Distributividad

$$\hat{A} \cap (\hat{B} \cup \hat{C}) = (\hat{A} \cap \hat{B}) \cup (\hat{A} \cap \hat{C})$$

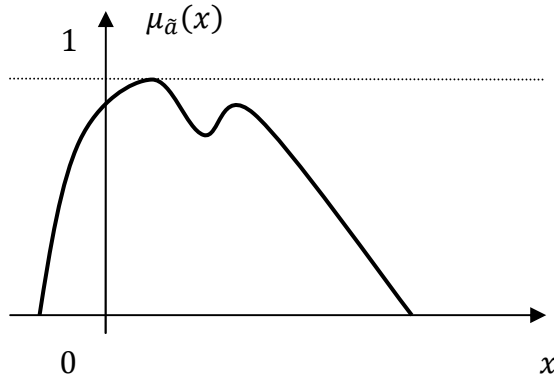
$$\hat{A} \cup (\hat{B} \cap \hat{C}) = (\hat{A} \cup \hat{B}) \cap (\hat{A} \cup \hat{C})$$

3.2.4. Los números borrosos

Un número borroso, lo podremos definir como un subconjunto borroso que cumple tres características fundamentales:

1. Pertenece a los números reales R .
2. Es normal, ya que $\forall x \mu_{\tilde{a}}(x) = 1$.
3. Es convexo, ya que para un nivel de presunción α considerado; entonces $(\alpha' > \alpha) \Leftrightarrow ([a_1^{\alpha'}, a_2^{\alpha'}] \subset [a_1^{\alpha}, a_2^{\alpha}])$.

Gráficamente sería:



Operaciones con números borrosos

3.2.4.1. Suma

Considerando dos números borrosos $\tilde{A}, \tilde{B} \subset R$ podemos definir $(\tilde{A}(+) \tilde{B}) \Leftrightarrow \forall \alpha \in [0, 1] = A_{\alpha}(+) B_{\alpha}$.

La suma de números borrosos en el campo de los números enteros y que denominaremos como z , se podrá realizar mediante la “convolución max-min”, que definiremos $\forall x, y, z \in R$ y $\forall \alpha \in [0, 1]$, como $\mu_{\tilde{A}(+) \tilde{B}}(z) = \bigvee_{z=x+y} (\mu_{A_{\alpha}}(x) \wedge \mu_{B_{\alpha}}(y))$.

Podremos definir las siguientes propiedades en ambos casos:

- Conmutativa, $A(+)B = B(+)A$
- Asociativa, $(A(+)B)(+)C = A(+)(B(+)C)$
- Elemento neutro, $A(+)0 = 0(+)A = A$

3.2.4.2. Resta

Se debe distinguir al igual que en la suma el ámbito continuo y el ámbito discreto.

En el ámbito continuo, la sustracción de dos números borrosos $\tilde{A}, \tilde{B} \subset R$, será definida por la suma del simétrico de \tilde{B} a \tilde{A} ; quedando definida como $A_{\alpha}(-)B_{\alpha} = A_{\alpha}(+)B_{\alpha}^{-} = [a_1^{\alpha}, a_2^{\alpha}](+)[-b_2^{\alpha}, -b_1^{\alpha}] = [a_1^{\alpha} - b_2^{\alpha}, a_2^{\alpha} - b_1^{\alpha}]$.

En el ámbito discreto, la podremos definir como $\mu_{\tilde{A}(-)\tilde{B}}(z) = \bigvee_{z=x+y} (\mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(y))$.

3.2.4.3. Multiplicación

Distinguiremos si la realizamos en el campo de R o R^+ .

En el caso de R , $\forall x, y, z \in R$ realizaremos la misma operación que en el caso de los intervalos de confianza. Así la definiremos:

$$A_\alpha(\cdot)B_\alpha = \left[\begin{array}{l} \min(a_1(\alpha)(\cdot)b_1(\alpha), a_1(\alpha)(\cdot)b_2(\alpha), a_2(\alpha)(\cdot)b_1(\alpha), a_2(\alpha)(\cdot)b_2(\alpha)), \\ \max(a_1(\alpha)(\cdot)b_1(\alpha), a_1(\alpha)(\cdot)b_2(\alpha), a_2(\alpha)(\cdot)b_1(\alpha), a_2(\alpha)(\cdot)b_2(\alpha)) \end{array} \right]$$

En el caso de R^+ , $\forall \alpha \in [0, 1]$, la formularemos $A_\alpha(\cdot)B_\alpha = [a_1^\alpha, a_2^\alpha](\cdot)[b_1^\alpha, b_2^\alpha] = [a_1^\alpha(\cdot)b_1^\alpha, a_2^\alpha(\cdot)b_2^\alpha]$.

Como podemos comprobar, presenta las siguientes propiedades:

- Conmutativa, $A(\cdot)B = B(\cdot)A$
- Asociativa, $(A(\cdot)B)(\cdot)C = A(\cdot)(B(\cdot)C)$
- Elemento neutro, $A(\cdot)1 = 1(\cdot)A = A$

3.2.4.4. División

La división entre A y B la obtendremos por la multiplicación del primero con el pseudo-inverso del segundo, es decir con B^{-1} .

La definiremos $\forall \alpha \in [0, 1]$, como:

$$A_\alpha(\cdot)B_\alpha = A_\alpha(\cdot)B_\alpha^{-1} = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)](\cdot)[b_1(\alpha), b_2(\alpha)]^{-1}.$$

En el caso de R^+ , quedará definida:

$$A_\alpha(\cdot)B_\alpha = A_\alpha(\cdot)B_\alpha^{-1} = \left[\frac{a_1(\alpha)}{b_2(\alpha)}, \frac{a_2(\alpha)}{b_1(\alpha)} \right]$$

Mientras que en el ámbito discreto, mediante la convolución maxmin, la podremos definir $\forall x, y, z \in R$ como:

$$\mu_{\tilde{A}(\cdot)\tilde{B}}(z) = \bigvee_{z=\frac{x}{y}} (\mu_{\tilde{A}(x)} \wedge \mu_{\tilde{B}(y)})$$

3.2.5. La entropía o valoración del desorden

Definiremos la noción de entropía a partir de diversos conceptos que nos permiten describir la incertidumbre.

En primer lugar definiremos la entropía a partir del concepto de probabilidad.

3.2.5.1. Entropía probabilística

En un sistema, que denominaremos como S , el conjunto de estados posibles del mismo será $E = \{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_N\}$ y designaremos como p_i a la probabilidad de que S se encuentre en el estado ε_i , con $i = 1, 2, \dots, N$ y con ello obtendremos:

$$h(p_1, p_2, \dots, p_N) = -\frac{1}{\ln N} \sum_{i=1}^N p_i \ln p_i$$

Definiremos h como la “entropía probabilística normalizada del sistema S ”.

Cuando nos encontramos que el subconjunto de referencia no es borroso, podremos afirmar que la entropía no probabilística es nula y no lo será cuando el subconjunto sea estrictamente borroso; esta última afirmación supone que al menos un elemento de la función de pertenencia no tenga valor ni 0 ni 1.

3.2.5.2. Entropía no probabilística de Luca-Termini [K²]

Se definirá para un subconjunto borroso que denominamos como \tilde{A} que pertenece a un referencial finito E , como:

$$\gamma(A) = \frac{1}{N \cdot \ln 2} \sum_{i=1}^N S(\mu_{\tilde{A}}(x_i))$$

Cumpléndose las siguientes propiedades:

- Asociativa, $\gamma(\tilde{\tilde{A}}) = \gamma(A)$
- Distributiva, $\gamma(A \cup B) + \gamma(A \cap B) = \gamma(\tilde{A}) + \gamma(\tilde{B})$

3.2.6. La noción de distancia

Antes de entrar a definir los diferentes tipos de distancia, determinaremos las diferentes condiciones que debe satisfacer entre dos elementos X e Y ; $\forall X, Y, Z \in E$:

1. $d(X, Y) \geq 0$
2. $(X = Y) \Rightarrow (d(X, Y) = 0)$
3. $d(X, Y) = d(Y, X)$
4. $d(X, Z) \leq d(X, Y) * d(Y, Z)$

Donde $*$ es la operación que consideramos para la noción de distancia.

Podremos definirla entre dos segmentos incluidos en el segmento $[a_1, a_2] \subset [0, 1]$ y $[b_1, b_2] \subset [0, 1]$.

Hagamos:

$$D([a_1, a_2], [b_1, b_2]) = \frac{1}{2} ([a_1, b_1], [a_2, b_2])$$

Donde el colocar $\frac{1}{2}$ delante de la adición de valores absolutos solo tiene como objetivo mantener la distancia entre 0 y 1, como resultado podemos observar que:

$$0 \leq D([a_1, a_2], [b_1, b_2]) \leq 1$$

A continuación describiremos las principales medidas de distancia

3.2.6.1. Distancia de Hamming

En el ámbito discreto la podremos definirla para $\tilde{A}, \tilde{B} \subset E$ con un card $E = N$ finito:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)|$$

Para definirla normalizada entre dos subconjuntos Φ -borrosos de un mismo referencial finito, obtenemos:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N D(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x))$$

Donde se observa que $0 \leq D([a_1, a_2], [b_1, b_2]) \leq 1$.

3.2.6.2. Distancia de Euclides

En el ámbito discreto la podremos definirla para $\tilde{A}, \tilde{B} \subset E$:

$$e(\tilde{A}, \tilde{B}) = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i))^2 \right)^{1/2}$$

En diversos manuales y otros investigadores también la expresan en forma de raíz cuadrada:

$$e(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\sum_{i=1}^N (\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i))^2}$$

En cualquier caso con $x \in E \forall i = 1, 2, \dots, n; \mu_{\tilde{A}}(x_i), \mu_{\tilde{B}}(x_i) \in [0, 1]$.

3.2.6.3. Distancia de Minkowski

La distancia de Minkowski es considerada como una generalización de una gama de distancias entre las que podemos destacar las dos anteriores.

En el ámbito discreto la podremos formular para $\tilde{A}, \tilde{B} \subset E$ con un card $E = N$ finito:

$$r(\tilde{A}, \tilde{B}) = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)|^p \right)^{1/p}$$

con $x \in E \forall i = 1, 2, \dots, n; \mu_{\tilde{A}}(x_i), \mu_{\tilde{B}}(x_i) \in [0, 1]$.

Donde podemos observar que si $p = 1$, obtenemos la distancia de Hamming y si $p = 2$, se obtiene la distancia de Euclides.

3.3. La asignación en la teoría de la decisión

Cuando un sujeto tiene que tomar decisiones ya sea en su vida profesional o particular; aparecerá el concepto de “asignación”. Y la entenderemos como aquel proceso mediante el cual cada elemento de un conjunto de objetos es adscrito a otro elemento perteneciente a otro conjunto de objetos de naturaleza diferente, en base a ciertas características, exigidas a un cierto nivel.

Este planteamiento se basa en 3 conjuntos referenciales. El primero, que designamos como E_1 , recogerá los objetos físicos o mentales a asignar. El segundo E_2 , estará formado por aquellos que son objeto de asignación. Finalmente, en el tercer conjunto E_3 , aparecerán los elementos que constituyen las causas por las que se produce la asignación.

Estos conjuntos anteriormente definidos los podremos representar mediante referenciales finitos, como:

$$\begin{aligned} E_1 &= \{P_1, P_2, \dots, P_m\} \\ E_2 &= \{T_1, T_2, \dots, T_p\} \\ E_3 &= \{C_1, C_2, \dots, C_n\} \end{aligned}$$

Donde cada uno de los elementos del conjunto E_1 y E_2 , pueden ser representados por un subconjunto borroso del referencial de E_3 . En donde $\mu_{ij}^{(P)} \in [0, 1]; i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$. Y por otra parte obtendremos $\mu_{kj} \in [0, 1]; k = 1, 2, \dots, p, j = 1, 2, \dots, n$.

Con la finalidad de poder determinar esta idoneidad, recurriremos en primer lugar a una serie de indicadores:

1. Distancia de Hamming

Obtendremos la distancia absoluta de Hamming entre \tilde{P}_i y \tilde{T}_k

$$d(\tilde{P}_i, \tilde{T}_k) = \sum_{j=1}^N |\mu_{ij}^{(P)} - \mu_{kj}^{(T)}|$$

Para encontrar la distancia relativa, tendremos que dividir la anterior por el cardinal de E_3 que como se observa es n .

$$d(\tilde{P}_i, \tilde{T}_k) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^N |\mu_{ij}^{(P)} - \mu_{kj}^{(T)}|$$

En ambos casos obtendremos la relación borrosa que denominaremos $[\tilde{Q}]$.

2. Coeficiente de adecuación

Se utilizará este coeficiente en aquellos casos que el concepto de distancia no recoja correctamente el concepto que estamos investigando. El coeficiente de adecuación supone aceptar que cuando para un elemento de E_3 el nivel poseído por un elemento a asignar (E_1) sobrepasa el nivel establecido para un elemento objeto de asignación (E_2); se considera cumple las exigencias solicitadas, pero el “exceso” no tiene ningún efecto. Sólo se producirá penalización cuando el nivel es inferior y ello para todos los elementos de E_3 .

Quedará definido:

$$\varphi(\tilde{P}_i, \tilde{T}_k) = \frac{f(\tilde{P}_i, \tilde{T}_k)}{n} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^N [1 \wedge (1 - \mu_{kj}^{(T)} + \mu_{ij}^{(P)})]$$

En el caso del coeficiente de adecuación, la relación borrosa obtenida se denominará $[\tilde{R}]$

Una vez hemos determinado los indicadores más adecuados para iniciar el proceso de asignación, vamos a definir los diferentes algoritmos matemáticos que utilizaremos para definir las mismas.

Ya que lo que buscamos a partir de ahora, es hallar para cada elemento de E_1 , P_i , $i = 1, 2, \dots, m$, una matriz que refleje las diferencias en valor absoluto entre el nivel del elemento P_i y el de los elemento que conforman E_2 , T_k , $k = 1, 2, \dots, p$, considerando de forma individual a los elementos de E_3 , C_j , $j = 1, 2, \dots, n$. Y ello tendremos tantas matrices como elementos de E_1 , que denominaremos como $[\tilde{P}_i]$ con $i = 1, 2, \dots, m$, y que representaremos:

$$\Leftrightarrow \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ T_1 & \boxed{d_1(\tilde{P}_i, \tilde{T}_1)} & \boxed{d_2(\tilde{P}_i, \tilde{T}_1)} & \dots & \boxed{d_n(\tilde{P}_i, \tilde{T}_1)} \\ T_2 & \boxed{d_1(\tilde{P}_i, \tilde{T}_2)} & \boxed{d_2(\tilde{P}_i, \tilde{T}_2)} & \dots & \boxed{d_n(\tilde{P}_i, \tilde{T}_2)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ T_n & \boxed{d_1(\tilde{P}_i, \tilde{T}_p)} & \boxed{d_2(\tilde{P}_i, \tilde{T}_p)} & \dots & \boxed{d_n(\tilde{P}_i, \tilde{T}_p)} \end{array} \end{array}$$

3.3.1. Algoritmo de asignación por eliminación de filas y columnas

Es de carácter intuitivo y muy simple de operar que resulta útil por su simplicidad; aunque no siempre lleva a una solución óptima, sino a lo que podemos considerar una

buena solución. Iniciaremos el proceso de asignación a partir de la relación borrosa $[\tilde{Q}]$ o $[\tilde{R}]$. Siguiendo los siguientes pasos:

1. Buscaremos el elemento de la relación borrosa cuyo valor sea el más grande.
2. En función del elemento anterior, determinaremos la fila y columna a la que pertenece el elemento del conjunto E_1 que ha sido asignado al elemento del conjunto E_2 .
3. Eliminamos de la matriz, la fila y columna correspondientes a dichos elementos por lo que obtendremos una matriz de orden inferior.
4. Se inicia de nuevo el proceso a partir de la matriz que acabamos de obtener y buscamos el elemento cuyo valor es más elevado.
5. Se repiten todos los puntos 2, 3 y 4 hasta el agotamiento de la relación borrosa, lo que nos indica que todos los elementos de E_1 han sido asignados a los de E_2 .
6. No siempre se obtendrá una asignación completa y en algunos casos puede quedar algún elemento de E_1 o algún elemento de E_2 que no haya sido objeto de decisión.

3.3.2. Teorema de König

Partiremos de dos conjuntos referenciales a los que definiremos como $E_1 = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ y $E_2 = \{T_1, T_2, \dots, T_p\}$. De los que obtendremos un conjunto de relaciones, expresadas mediante una matriz, que designaremos como $[N]$:

\curvearrowright	T_1	T_2	...	T_p
P_1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1p}
P_2	n_{21}	n_{22}	...	n_{2p}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
P_n	n_{m1}	n_{m2}	...	n_{mp}

Antes definiremos los siguientes conceptos para $[N]$:

- **Soporte**

A aquel conjunto de filas y columnas cuya eliminación hace que no existan ceros en la matriz. La matriz es soporte de sí misma, pero normalmente no es el “soporte mínimo”. Éste se halla formado por el menor número de filas y/o columnas que permiten que la matriz se quede sin ceros.

- **Índice de diseminación**

Es el número mínimo de filas y columnas que se pueden encontrar en un soporte. Se designará como $D(N)$.

- **Acoplamiento**

De k filas y k columnas para aquel conjunto de k ceros que se hallamos en la intersección de las mismas.

- **Índice de encuadramiento**

Es aquel acoplamiento que posee el máximo número de ceros. Se designa por $Q(N)$.

- **Corte de un conjunto de arcos**

En un grafo con un solo vértice inicial y otro final o corte de ε , al conjunto de arcos que entran en ε , siendo ε un conjunto de vértices que contienen el vértice final Z pero no el inicial O . Y lo designaremos como $C(\varepsilon)$.

A partir de estos conceptos, podemos definir el Teorema de König como $D(N) = Q(N)$. O lo que es lo mismo, afirmar que *el índice de diseminación es igual al índice de encuadramiento*.

3.3.3. Algoritmo Húngaro

Su finalidad es la conseguir un óptimo a partir de dos conjuntos, en los que cada uno de los elementos de uno de ellos se halla relacionado con los del otro. Esta relación se expresará a partir de una matriz, supuestamente conocida.

Si se acepta optimizar una matriz por el principio de la minimización, será necesario partir de una matriz basada en las distancias $\overline{[Q]}$ o bien la matriz complementaria de adecuación $\overline{[R]}$.

En ocasiones nos encontraremos que el número de filas de estas relaciones borrosas no es el mismo que el de columnas, por lo que nos hallamos ante una matriz rectangular. Con objeto de hacer operativo este algoritmo, en este caso, procederíamos a transformar la matriz rectangular en una matriz cuadrada siempre, añadiendo la (s) fila (s) o columna (s) necesaria (s) a través de considerar objetos físicos o (mentales) ficticio (s).

Designaremos por p_{ij} los elementos de la matriz que consideramos, tanto si se trata de la relación $\overline{[Q]}$ como de la $\overline{[R]}$. El algoritmo constará de los siguientes pasos:

Paso 1. Se restan todos los elementos de cada fila o columna según se haya añadido una columna o una fila, el valor más pequeño de la misma. Será $u_i = \min_j p_{ij}$ si se trata de filas, de donde resulta en cada casilla, $p_{ij} - u_i = p_{ij} - \min_j p_{ij}$, o bien $u_j = \min_i p_{ij}$ si nos referimos a las columnas, con lo que se tiene en cada casilla $p_{ij} - u_j = p_{ij} - \min_i p_{ij}$.

Después se hará lo mismo en cada columna, $v_j = \min_i (p_{ij} - u_i)$ o fila, $v_i = \min_j (p_{ij} - u_j)$. De esta manera existe por lo menos un cero en cada columna y en cada fila, en una matriz cuyos elementos serán p_{ij} los cuales tomarán, los valores $p_{ij} - (u_i + v_j)$ o bien $p_{ij} - (u_j + v_i)$.

Paso 2. Se observará se es posible una asignación, en la que los valores p_{ij} de la solución sean todos nulos. En caso positivo tendremos un óptimo. En caso contrario se seguirá el proceso. Para ello:

- a) Se considera una a una las filas que contienen menos ceros.

- b) Se encuadra uno de los ceros de cada fila y se tachan los demás ceros de la fila y columna a la que el cero encuadrado pertenece
- c) Se repite el proceso con las filas que contienen cada vez más ceros hasta que no nos queden ceros por encuadrar.

Paso 3. Obtención del menor número de filas y columnas que contienen todos los ceros. Para ello:

- a) Se señalan con una flecha \leftarrow las filas en las que **no** existe un cero encuadrado.
- b) Se señalan con una flecha \uparrow las columnas en las que sí existe un cero tachado **en una fila señalada con flecha**.
- c) Se señalan con una flecha \leftarrow aquellas filas en las que **sí** existe un cero encuadrado en una columna señalada con flecha.
- d) Se repite b y c hasta que no se puedan señalar más filas o columnas.
- e) Se traza una línea en las filas no marcadas por flechas y una línea en las columnas sí marcadas por flechas. Estas filas y columnas constituyen el menor número de ellas que poseen ceros encuadrados o tachados.

Paso 4. Eventual desplazamiento de algunos ceros. Para ello, se escoge entre los elementos de la matriz que no han sido rayados, el valor más pequeño. Esta cifra se resta de los elementos de las columnas no rayadas y se suma a los elementos de las filas sí rayadas. Se obtiene una matriz con los elementos p_{ij} .

Paso 5. Con la nueva matriz cuyos elementos son p_{ij} , se volverá al paso 2, siguiendo el mismo proceso utilizado para la matriz con los elementos p_{ij} . En el caso de hallar una solución óptima nos detendremos y llegaremos al punto final. En caso contrario, se continúa con los pasos 3 y 4. Si fuera necesario retornaremos al 2.

Pondremos de manifiesto, que hallaremos una solución y ésta no tiene por qué ser única, pudiendo, por tanto, existir otras.

3.3.4. Algoritmo Branch and Bound

Este algoritmo se base en el hecho de que a toda asignación de un elemento del conjunto $E_1 = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ a un elemento de $E_2 = \{T_1, T_2, \dots, T_p\}$ se le asocia un “valor” no negativo. En el caso de que uno de estos valores asignados fuese infinito, nos encontraríamos ante una asignación imposible.

Para describir la metodología del Algoritmo, seguiremos el siguiente proceso:

1. Partiremos de una relación borrosa y en el caso de que sea rectangular, le agregaremos las filas o columnas que sean necesarias para que sea cuadrada.
2. Restaremos a cada fila o columna y después a cada columna o final el menor valor de sus elementos, con la finalidad de que la relación borrosa que obtengamos contenga por lo menos un 0 en cada fila y columna.
3. Sumaremos las cantidades restadas en las filas y columnas. Esta cifra constituirá el valor de la raíz de una arborescencia.
4. Con la finalidad de realizar la primera partición, asignaremos a cada 0 de la relación borrosa la suma del valor más pequeño de la fila y de la columna a las

cuales pertenece el 0 (sin considerar el mismo, aunque si consideraremos otros que pudiesen existir). Estas cifras las colocaremos en un recuadro dentro de cada una de las casillas.

5. Iniciamos la arborescencia y para ello colocaremos dos vértices con la denominación del elemento de la relación borrosa que tiene la cantidad más grande dentro de cada uno de los recuadros anteriores. A uno de ellos que se representa con la negación, se le asigna el valor de la raíz más la cantidad hallada para dicho elemento. El otro elemento se representa en términos positivos.
6. Suprimiremos de la relación borrosa de distancias la fila y columna a las que pertenezca el 0 del mayor valor recuadrado. Y así obtendremos una nueva relación borrosa de orden inferior.
7. Para volver a obtener una relación borrosa que tenga por lo menos otro 0 en cada fila y columna regresaremos al punto 2.
8. Para obtener el valor del vértice correspondiente al punto 5 con símbolo positivo, se añade al vértice anterior (raíz de la arborescencia) la suma de las cantidades anteriormente restadas en filas y columnas.
9. La bipartición resultante vendrá dada por el vértice que tenga un valor más pequeño.
10. El proceso regresará otra vez al punto 4 y sucesivos hasta que la matriz con la que se opere sea del orden 1×1 .

3.4. Teoría de los Efectos Olvidados

Todo aquello que nos rodea forma parte de un sistema o subsistema; por lo que podríamos asegurar que toda acción supone un resultado o cómo bien comentan Kaufmann y Gil Aluja (1988) toda actividad queda sometida a algún tipo de incidencia causa-efecto.

En la Empresa aunque se disponga de un buen MRP, siempre existe la posibilidad de no considerar u omitir de forma más o menos voluntaria algunas relaciones de causalidad que no son percibidas o son evidentes de forma directa. Estas relaciones de incidencia quedarán ocultas al tratarse de efectos generados por efectos, existiendo así una concatenación de causas que los han provocado y que el sujeto decisor puede no tenerlas en cuenta a la hora de tomar sus decisiones; por dicho motivo éste necesitará de la ayuda de herramientas y modelos de decisión que puedan trabajar con la totalidad de la información disponible para así poder aflorar las relaciones de causalidad directa e indirecta que se puedan obtener.

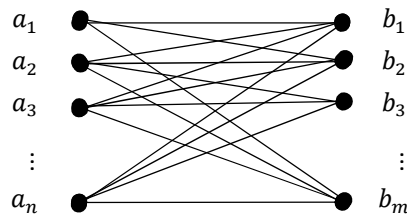
El obviar u olvidar alguna incidencia tiene como resultado unos efectos secundarios que se van repercutiendo en la red de relaciones de incidencia y con ello los resultados esperados pueden diferir enormemente respecto a los inicialmente previstos.

La incidencia es difícil de medir puesto que se trata de un concepto muy subjetivo, pero el tenerla en cuenta nos permite mejorar el éxito del sujeto en la toma de decisiones. Para definir la Teoría de los Efectos Olvidados, en primer lugar definiremos su metodología. Si observamos dos conjuntos de elementos: $A = \{a_i / i = 1, 2, \dots, n\}$ y $B = \{b_j / j = 1, 2, \dots, m\}$, diremos que existe incidencia de a_i sobre b_j si el valor de la función de pertenencia del par (a_i, b_j) se encuentra entre $[0, 1]$. Así el grado de incidencia de cada a_i sobre cada b_j se expresa mediante la función: $\mu: A \times B \rightarrow [0, 1]$, para $\forall (a_i, b_j) \in A \times B, \mu(a_i, b_j) \in [0, 1]$.

La que denominaremos “Matriz de Incidencias Directas” viene obtenida por el conjunto de pares de los elementos que hemos obtenido. En ella observamos las relaciones de causa-efecto que se producen entre los elementos del conjunto A (causas) y los elementos de B (efectos):

$$\tilde{M} = \begin{array}{c} \begin{array}{c} \curvearrowright \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \\ \vdots \\ a_n \end{array} \begin{array}{ccccccc} & b_1 & b_2 & b_3 & b_4 & \cdots & b_m \\ \hline & \mu_{a_1 b_1} & \mu_{a_1 b_2} & \mu_{a_1 b_3} & \mu_{a_1 b_4} & \cdots & \mu_{a_1 b_m} \\ & \mu_{a_2 b_1} & \mu_{a_2 b_2} & \mu_{a_2 b_3} & \mu_{a_2 b_4} & \cdots & \mu_{a_2 b_m} \\ & \mu_{a_3 b_1} & \mu_{a_3 b_2} & \mu_{a_3 b_3} & \mu_{a_3 b_4} & \cdots & \mu_{a_3 b_m} \\ & \mu_{a_4 b_1} & \mu_{a_4 b_2} & \mu_{a_4 b_3} & \mu_{a_4 b_4} & \cdots & \mu_{a_4 b_m} \\ & \mu_{a_5 b_1} & \mu_{a_5 b_2} & \mu_{a_5 b_3} & \mu_{a_5 b_4} & \cdots & \mu_{a_5 b_m} \\ & \mu_{a_6 b_1} & \mu_{a_6 b_2} & \mu_{a_6 b_3} & \mu_{a_6 b_4} & \cdots & \mu_{a_6 b_m} \\ & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ & \mu_{a_n b_1} & \mu_{a_n b_2} & \mu_{a_n b_3} & \mu_{a_n b_4} & \cdots & \mu_{a_n b_m} \end{array} \end{array}$$

Esta matriz podremos representarla mediante el grafo de incidencia asociado a ella, que en el caso de (a_i, b_j) el valor de la función de pertenencia fuese nulo quedaría eliminado el arco que une a ambos elementos.



Las relaciones causa-efecto que hemos obtenido entre los dos conjuntos de elementos, representan la matriz de incidencia directa, o también de primer orden como se denomina en diversos manuales de referencia. Son las que han sido obtenidas en el momento de establecer las relaciones de unos elementos con otros y será el primer paso que damos con la finalidad de plantear el modelo que nos debe permitir determinar los efectos que han sido olvidados.

Podemos suponer, un tercer conjunto de elementos al que definiremos como $C = \{c_k/k = 1,2, \dots, p\}$, el cual estará formado por elementos que actúan como efectos para el conjunto B:

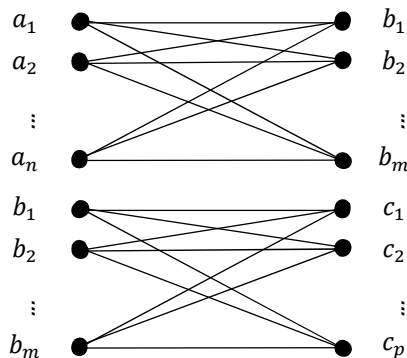
$$\tilde{N} = \begin{array}{c} \begin{array}{c} \curvearrowright \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_m \end{array} \begin{array}{ccccccc} & c_1 & c_2 & c_3 & \cdots & & c_p \\ \hline & \mu_{b_1 c_1} & \mu_{b_1 c_2} & \mu_{b_1 c_3} & \cdots & & \mu_{b_1 c_p} \\ & \mu_{b_2 c_1} & \mu_{b_2 c_2} & \mu_{b_2 c_3} & \cdots & & \mu_{b_2 c_p} \\ & \mu_{b_3 c_1} & \mu_{b_3 c_2} & \mu_{b_3 c_3} & \cdots & & \mu_{b_3 c_p} \\ & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ & \mu_{b_m c_1} & \mu_{b_m c_2} & \mu_{b_m c_3} & \cdots & & \mu_{b_m c_p} \end{array} \end{array}$$

Así, podremos obtener dos matrices de incidencias, que tendrán los elementos de B :

$$\tilde{M} = \begin{array}{c} \begin{array}{c} \curvearrowright \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_n \end{array} \begin{array}{cccc} b_1 & b_2 & b_3 & \dots \\ \mu_{a_1 b_1} & \mu_{a_1 b_2} & \mu_{a_1 b_3} & \dots \\ \mu_{a_2 b_1} & \mu_{a_2 b_2} & \mu_{a_2 b_3} & \dots \\ \mu_{a_3 b_1} & \mu_{a_3 b_2} & \mu_{a_3 b_3} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_{a_n b_1} & \mu_{a_n b_2} & \mu_{a_n b_3} & \dots \end{array} \begin{array}{c} b_m \\ \mu_{a_1 b_m} \\ \mu_{a_2 b_m} \\ \mu_{a_3 b_m} \\ \vdots \\ \mu_{a_n b_m} \end{array} \end{array}$$

$$\tilde{N} = \begin{array}{c} \begin{array}{c} \curvearrowright \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_m \end{array} \begin{array}{cccc} c_1 & c_2 & c_3 & \dots \\ \mu_{b_1 c_1} & \mu_{b_1 c_2} & \mu_{b_1 c_3} & \dots \\ \mu_{b_2 c_1} & \mu_{b_2 c_2} & \mu_{b_2 c_3} & \dots \\ \mu_{b_3 c_1} & \mu_{b_3 c_2} & \mu_{b_3 c_3} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_{b_m c_1} & \mu_{b_m c_2} & \mu_{b_m c_3} & \dots \end{array} \begin{array}{c} c_p \\ \mu_{b_1 c_p} \\ \mu_{b_2 c_p} \\ \mu_{b_3 c_p} \\ \vdots \\ \mu_{b_m c_p} \end{array} \end{array}$$

Con unos grafos de incidencias asociadas $\mu(a_i, b_j)$ y $\mu(b_j, c_p)$:



Los que nos indican el grado de incidencia de a_i sobre b_j . En estos momentos ya disponemos de dos relaciones de incidencia, que denominaremos \tilde{M} y \tilde{N} que podemos considerar como subconjuntos borrosos de $A \times B$ y $B \times C$ respectivamente. Para establecer las incidencias de A sobre C , utilizaremos el operador matemático max-min. De hecho, si a partir de \tilde{M} y \tilde{N} podemos obtener las incidencias en \tilde{P} , la definiremos como $\tilde{P} = \tilde{M} \circ \tilde{N}$.

Esta composición entre dos relaciones inciertas quedará definida: $\forall (a_i, c_p) \in A \times C$, $\mu(a_i, c_p)_{\tilde{M} \circ \tilde{N}} = \bigvee_{b_j} (\mu_{\tilde{M}}(a_i, b_j) \wedge \mu_{\tilde{N}}(b_j, c_p))$. Así podremos afirmar que la matriz P define las relaciones existentes de causalidad entre los elementos de A y C , reflejando el grado de las mismas al considerar los elementos que pertenecen a B .

3.4.1. Relaciones de Causalidad Directa e Indirecta

Partiremos de una relación de incidencia directa definida por dos conjuntos de elementos $A = \{a_i / i = 1, 2, \dots, n\}$, que actuará como las causas y $B = \{b_j / j = 1, 2, \dots, m\}$ que representarán los efectos. Y una relación de causalidad que definiremos como \tilde{M} , siendo una matriz de dimensión $n \times m$: $[\tilde{M}] = \{\mu_{a_i, b_j} \in [0, 1] / i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m\}$, siendo μ_{a_i, b_j} , los valores de la función característica de pertenencia de los elementos de la matriz $[\tilde{M}]$ compuesta por los elementos del conjunto A como causas y por los de B como efectos.

Entonces, podemos afirmar que $[\tilde{M}]$ está formada por los efectos que los elementos de A, ejercen sobre los de B. Así, cómo nosotros hemos definido que la función de pertenencia debía pertenecer al intervalo $[0, 1]$, podremos entender que la relación de incidencia será más alta cuando más cercana se la valoración a 1 y del mismo modo, entenderemos que será más débil cuando más cercana a 0 sea el valor correspondiente.

Si $[\tilde{M}]$ recoge las relaciones causa-efecto de primera generación, es decir, nos muestran las relaciones de causalidad directas; nuestro objetivo será obtener una nueva matriz de incidencias que reflejen las relaciones indirectas. Para ello tendremos que tener en cuenta el hecho que las diferentes causas pueden tener efectos sobre sí mismas y también que los efectos pueden tener incidencias sobre ellos mismos. Por dicho motivo tendremos que crear dos relaciones adicionales. Para ello formularemos dos matrices auxiliares que serán cuadradas y las podremos definir como: $[\tilde{A}] = \{\mu_{a_i, a_j} \in [0, 1] / i, j = 1, 2, \dots, n\}$, and $[\tilde{B}] = \{\mu_{b_i, b_j} \in [0, 1] / i, j = 1, 2, \dots, m\}$.

$[\tilde{A}]$ recogerá las relaciones de incidencia entre las causas y $[\tilde{B}]$ lo hará sobre los efectos. Ambas matrices al ser reflexivas, se cumplirá que: $\mu_{a_i, a_j} = 1 \forall i = 1, 2, \dots, n$ y que $\mu_{b_i, b_j} = 1 \forall i = 1, 2, \dots, m$. Lo que supone que cualquier elemento ya sea causa o efecto incide con la máxima presunción sobre sí mismo y cómo resultado de ello ni $[\tilde{A}]$ ni $[\tilde{B}]$ serán matrices simétricas.

Una vez ya hemos determinado las 3 matrices a utilizar, deberemos establecer las diferentes relaciones de causalidad entre ellas. A tal fin, procederemos a realizar la convolución max-min: $[\tilde{A}] \circ [\tilde{M}] \circ [\tilde{B}] = [\tilde{M}^*]$. Esta nueva matriz $[\tilde{M}^*]$ recoge las relaciones de incidencia entre las causas y efectos que se producen por la incidencia interpuesta de alguna causa o efecto que no se relacionan directamente. Tal como podemos observar en:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} \curvearrowright \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{array} \begin{array}{c} a_1 \quad a_2 \quad \dots \quad a_n \\ \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & \mu_{a_1 a_2} & \dots \\ \hline \mu_{a_2 a_1} & 1 & \dots \\ \hline \vdots & \vdots & \vdots \\ \hline \mu_{a_n a_1} & \mu_{a_n a_2} & \dots \\ \hline \end{array} \end{array} \circ \begin{array}{c} \curvearrowright \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{array} \begin{array}{c} b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_m \\ \begin{array}{|c|c|c|} \hline \mu_{a_1 b_1} & \mu_{a_1 b_2} & \dots \\ \hline \mu_{a_2 b_1} & \mu_{a_2 b_2} & \dots \\ \hline \vdots & \vdots & \vdots \\ \hline \mu_{a_n b_1} & \mu_{a_n b_2} & \dots \\ \hline \end{array} \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{c} \curvearrowright \\ b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{array} \begin{array}{c} b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_m \\ \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & \mu_{a_1 a_2} & \dots \\ \hline \mu_{b_2 b_1} & 1 & \dots \\ \hline \vdots & \vdots & \vdots \\ \hline \mu_{b_m b_1} & \mu_{b_m b_2} & \dots \\ \hline \end{array} \end{array} \circ \begin{array}{c} \curvearrowright \\ a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{array} \begin{array}{c} b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_m \\ \begin{array}{|c|c|c|} \hline \bar{\mu}_{a_1 b_1} & \bar{\mu}_{a_1 b_2} & \dots \\ \hline \bar{\mu}_{a_2 b_1} & \bar{\mu}_{a_2 b_2} & \dots \\ \hline \vdots & \vdots & \vdots \\ \hline \bar{\mu}_{a_n b_1} & \bar{\mu}_{a_n b_2} & \dots \\ \hline \end{array} \end{array}
 \end{array}$$

Partiendo de $[\tilde{M}^*]$ podremos obtener la diferencia entre la matriz de incidencias directas y los efectos de segunda generación; así podremos determinar las relaciones que han sido olvidadas en el proceso de decisión: $[\tilde{M}^*] - [\tilde{M}] = [\tilde{O}]$

$$\Leftrightarrow$$

	b_1	b_2	...	b_m
a_1	$\mu_{a_1 b_1}^* - \mu_{a_1 b_1}$	$\mu_{a_1 b_2}^* - \mu_{a_1 b_2}$	...	$\mu_{a_1 b_m}^* - \mu_{a_1 b_m}$
a_2	$\mu_{a_2 b_1}^* - \mu_{a_2 b_1}$	$\mu_{a_2 b_2}^* - \mu_{a_2 b_2}$	...	$\mu_{a_2 b_m}^* - \mu_{a_2 b_m}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
a_n	$\mu_{a_n b_1}^* - \mu_{a_n b_1}$	$\mu_{a_n b_2}^* - \mu_{a_n b_2}$	...	$\mu_{a_n b_m}^* - \mu_{a_n b_m}$

A medida que el valor obtenido entre un elemento de a_i y otro de b_j dentro de la matriz $[\tilde{O}]$ es más alto, el efecto olvidado entre ambos es más alto; lo que supone una mayor posibilidad de error para el sujeto que toma decisiones.

3.5. Teoría de Clanes

Partiremos de la axiomática de la topología:

1. $\emptyset \in T(E)$
2. $E \in T(E)$
3. $(A_j \in T(E), A_k \in T(E)) \Rightarrow (A_j \cap A_k) \in T(E)$
4. $(A_j \in T(E), A_k \in T(E)) \Rightarrow (A_j \cup A_k) \in T(E)$

Si a estos cuatro axiomas, le añadimos un quinto:

5. $(A_j \in T(E)) \Rightarrow (\overline{A_j} \in T(E))$

Nos hallaremos ante una forma de topología particular en donde todos los abiertos son cerrados y que, por otra parte, si la topología contiene A_j también contiene $\overline{A_j}$.

Ahora bien, no resulta difícil poner de manifiesto que no es necesario definir esta tipología con estos cinco axiomas. Tan solo necesitaremos estos tres:

1. $E \in T(E)$
2. $(A_j \in T(E)) \Rightarrow (\overline{A_j} \in T(E))$
3. $(A_j \in T(E), A_k \in T(E)) \Rightarrow (A_j \cup A_k) \in T(E)$

Ya que a partir de éstas podemos deducir las dos siguientes:

$$4. \emptyset \in T(E)$$

$$5. (A_j \in T(E), A_k \in T(E)) \Rightarrow (A_j \cap A_k) \in T(E)$$

Si $E \in T(E)$, al ser $\bar{E} = \emptyset$ por el segundo de los axiomas se cumple también el cuarto.

Por otra parte, si:

$$(A_j, A_k \in T(E)) \Rightarrow (A_j \cup A_k) \in T(E)$$

como:

$$\bar{A}_j, \bar{A}_k \in T(E)$$

por el segundo axioma, se puede escribir:

$$\overline{A_j \cup A_k} \in T(E)$$

y por el teorema de De Morgan:

$$\overline{A_j \cup A_k} \in \bar{A}_j \cap \bar{A}_k$$

Como todo $A_j \in T(E)$ comporta que todo $\bar{A}_j \in T(E)$, también la intersección de las \bar{A}_j y \bar{A}_k al pertenecer igualmente a $T(E)$, también pertenecerán la intersección de sus complementarios: $A_j \cap A_k$. Es decir:

$$A_j \cap A_k \in T(E).$$

3.6. Operadores OWA

3.6.1. OWA operator

En 1988 Ronald R. Yager, introduce los denominados operadores de agregación OWA, al generalizar en un solo modelo, cuatro criterios de decisión:

- Criterio optimista
- Criterio pesimista o de Wald
- Criterio de Hurwicz
- Criterio de Laplace

Un operador OWA, denominado así en inglés como Ordered Weighted Averaged, se podría traducir al castellano como Media Ponderada Ordenada; permite al sujeto decisor la agregación de información. A partir de una serie de datos, éste puede obtener un único

valor representativo de la misma. Desde el punto de vista matemático, los operadores OWA permitirán la agregación de información dentro de un mínimo y un máximo.

3.6.1.1. Definición

Un operador OWA de dimensión n es una aplicación $F: R^n \rightarrow R$, que tiene un vector de ponderaciones asociado W tal que $w_j \in [0, 1]$ y que $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

donde

$$F(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j$$

siendo b_j el j -ésimo mas grande de los a_i .

Un aspecto fundamental de los operadores OWA es el proceso de reordenación que asocia los estados de la naturaleza con los coeficientes. Un agregado b_j no está asociado con un peso particular w_j , sino que un peso está asociado con una posición ordenada j particular de los argumentos. Esta ordenación introduce la no linealidad en el proceso de agregación y se puede expresar de forma vectorial como: $F(a_1, a_2, \dots, a_n) = W^T B$.

Yager y Filev, 1999 definieron W como el vector de pesos asociados y a B como el vector ordenado; donde el j -ésimo elemento de B es b_j siendo el más grande de los a_i .

Al tratarse de una Media Ponderada, el OWA operator presenta las siguientes propiedades:

1. Conmutativa: el orden de los factores no altera el producto.
2. Monótona: si $a_i \geq d_i \forall i \rightarrow F(a_1, \dots, a_n) \geq F(d_1, \dots, d_n)$.
3. Idempotente: si $a_i = a, \forall i \rightarrow F(a_1, \dots, a_n) = a$.

3.6.2. Induced OWA operator

El IOWA Operator fue presentado por Yager y Filev en 1999, y como principal avance respecto al OWA Operator, definen que dentro del proceso de reordenación, los argumentos a_i no serán ordenados por sus valores sino por otras variables que denominaremos de ordenación inducidas u_i . Su utilidad para tratar procesos de decisión complejos es muy elevada puesto que no sólo se tienen en cuenta el grado de optimismo del sujeto decisor. Lo podremos definir como:

3.6.2.1. Definición

Un operador IOWA de dimensión n es una aplicación $F: R^n \rightarrow R$, que tiene un vector de ponderaciones asociado W de dimensión n tal que $w_j \in [0, 1]$ y que $\sum_{j=1}^n w_j = 1$.

donde

$$F(\langle u_1, a_1 \rangle, \dots, \langle u_n, a_n \rangle) = \sum_{j=1}^n w_j b_j$$

siendo b_j el valor a_i que tiene el j -ésimo mas grande de los u_i ($i \in N$). Donde u_i hace referencia en $\langle u_i, a_i \rangle$ a la variable inducida de ordenación y a_i a la variable del argumento.

El IOWA presenta las mismas propiedades que el OWA operator. Será conmutativo ya que $(\langle u_1, a_1 \rangle, \langle u_2, a_2 \rangle, \dots, \langle u_n, a_n \rangle) = (\langle u_1, d_1 \rangle, \langle u_2, d_2 \rangle, \dots, \langle u_n, d_n \rangle)$, donde (d_1, d_2, \dots, d_n) son las diferentes permutaciones de (a_1, a_2, \dots, a_n) . Será monótono ya que al cumplirse que $a_i \geq d_i$ para todo a_i , entonces $(\langle u_1, a_1 \rangle, \langle u_2, a_2 \rangle, \dots, \langle u_n, a_n \rangle) \geq (\langle u_1, d_1 \rangle, \langle u_2, d_2 \rangle, \dots, \langle u_n, d_n \rangle)$. Es limitado ya que $Min \{a_i\} \leq (\langle u_1, a_1 \rangle, \langle u_2, a_2 \rangle, \dots, \langle u_n, a_n \rangle) \leq Max \{a_i\}$ y finalmente será idempotente ya que si se cumple que $a_i = a, \forall a_i$, entonces $(\langle u_1, a_1 \rangle, \langle u_2, a_2 \rangle, \dots, \langle u_n, a_n \rangle) = a$.

Destacamos que Yager y Filev (1999) definieron siguiendo el trabajo presentado por Zadeh en 1996, que el proceso de ordenación no se tiene porqué realizar exclusivamente con una ordenación numérica sino que se podrá utilizar cualquier valor que tenga un orden lineal, lo que nos otorga múltiples posibilidades.

CAPÍTULO 4.

Revisión de conceptos en el ámbito de la RSC

4.1. Antecedentes

A mediados del siglo XX, existen dos posturas muy enfrentadas entre sí al tratar de definir los valores de la organización empresarial y con ello, las formas o ética con la que llevan a cabo sus negocios:

1. Milton Friedman (1962, 1970) o Hayek (1960) entre otros, consideran que el objetivo empresarial no debe ser otro que la maximización de sus beneficios siempre y cuando se obtengan de forma legal respetando el ordenamiento jurídico vigente en dicho momento. Por lo que gracias a los desequilibrios existentes entre los diferentes países existentes a nivel mundial, las empresas tendrán incentivos a trasladar su producción a aquellos países más baratos o con una reglamentación más laxa para que aun cumpliendo la normativa vigente sus beneficios se maximicen.
2. Donalson (1982), considera que la empresa al ser beneficiaria del desarrollo social e institucional que la rodea y por ello, debe contribuir a la sostenibilidad de la propia sociedad y su entorno. Además, entiende que el equipo directivo reconoce las relaciones que mantiene la entidad con las diferentes organizaciones, con el conjunto de la sociedad y sus stakeholders o grupos de interés; por lo que podemos definir que además del objetivo de Milton se habría de añadir una pluralidad de ellos esencialmente de carácter moral. Argandoña (1995), indica que gracias a la existencia de externalidades en la organización, se hace necesaria una revisión del objetivo y fin último de la optimización del beneficio.

Después del estudio de las dos teorías anteriores, podemos concluir que el enfoque exclusivamente economicista de la organización es insuficiente, por ello requiere de una implicación ética y social de la empresa así como de la totalidad de sus integrantes. La ética, a través de los valores de la organización permitirá la conciliación entre los objetivos de unos y las demandas de los otros.

En pleno siglo XXI donde las redes sociales nos han llevado a una sociedad altamente globalizada y en un entorno como el actual donde todavía están latentes los efectos de una crisis financiera sin precedentes que empezó a finales de 2007 en EEUU y que llegó con especial virulencia en Europa. Cada vez existen más sujetos que demandan una sociedad más equitativa y responsable; por ende esta petición también se traslada a las diferentes organizaciones con las que convivimos, teniendo como objetivo final salir fortalecidos de la situación actual y es en 1999, donde surge la concienciación de que un mundo mejor es posible y que para ello ha de ser socialmente responsable. En Europa se publica la Norma SGE 21 de Forética que constituye la primera norma que establece los requisitos que debe cumplir una Entidad u Organización en sus estrategias para ser socialmente responsable. Mientras que en EEUU nace el Dow Jones Sustainability Index (DJSI), que es el primer índice bursátil que requiere a las empresas que cotizan en él que en sus estrategias de negocio se incluyan criterios sociales y medioambientales.

Una de las primeras definiciones que se realizan de Responsabilidad Social Corporativa (RSC), la realizaron Robbins y Coulter (2000) donde la definen como la “obligación de un negocio, además de las que le exigen la ley y la economía de mercado, de perseguir metas a largo plazo que sean positivas para la sociedad”.

4.2. El Libro Verde (COM 2001/336) y su desarrollo

No será hasta 2001 cuando la Comunidad Económica Europea publica el Libro Verde de la (COM 2001/336), con la finalidad de “fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas”; definiendo la RSC como “la integración voluntaria, por parte de las empresas, de las preocupaciones sociales y medioambientales en sus operaciones comerciales y en sus relaciones con todos sus interlocutores”. Debido a la amplitud del concepto, da lugar a una temática amplia y variada, donde tienen cabida conceptos tales como la protección del medio ambiente, la contratación de personas con riesgo de exclusión social (disminuidas, reclusas, mujeres víctimas de la violencia de género), la protección de los empleados que componen la fuerza laboral de la empresa y el voluntariado entre otros y que con el paso del tiempo se han ido incrementando al existir nuevas preocupaciones sociales.

En 2002, la Comisión Europea publica la primera comunicación sobre RSC bajo el título de “Responsabilidad Social Empresarial: una contribución empresarial al desarrollo sostenible” que dio lugar a la creación del Foro Europeo Multistakeholder sobre RSE.

Por su parte, Fernández Sánchez (2005), afirma que la responsabilidad social se refiere a la obligación de los directivos de tomar decisiones y emprender acciones para que la organización contribuya al bienestar e interés de la sociedad y, al mismo tiempo, al suyo propio.

Todas las actividades que se engloban dentro de la RSC las podemos dividir en tres grandes bloques:

1. Desempeño económico
2. Desempeño medioambiental
3. Desempeño social

En conjunto no solo se desea un producto o un servicio excelente sino que se pretende garantizar a los stakeholders (Navarro, 2012), que:

- Se ha realizado teniendo en cuenta las posibles afectaciones medioambientales tanto en su producción como en su posterior reciclaje.
- Los trabajadores implicados no han sufrido discriminación alguna.
- La empresa lucha contra la corrupción y/o defiende los Derechos Humanos.

Con la aplicación de políticas de RSC en los procesos de gestión y la toma de decisiones empresariales, éstos cambian para adaptarse a lo que demandan sus stakeholders; estando la sociedad cada vez más concienciada de que la empresa actual debe ser sostenible y respetuosa con todo aquello que le rodea; sin embargo, para la supervivencia de la organización, ésta necesita que la rentabilidad se obtenga juntamente con la responsabilidad (Redondo, 2006).

La RSC no es un elemento que se añada al final del proceso de elaboración de la estrategia empresarial con la finalidad de quedar bien con el entorno, sino que forma parte de la estrategia misma. Si una empresa es ética en su toma de decisiones, su estrategia será diferente a cómo sería de no existir ese comportamiento (Argandoña, 2001). Por lo que se podría afirmar que un comportamiento ético y responsable no supone un incremento de costes para la empresa ni una limitación para la obtención de beneficios; sino que es una

ventaja competitiva frente a otras empresas que se encuentran en el mercado. Al igual que Porter y Kramer (2006), que entienden la RSC mucho más allá de ser un simple acto de buenas intenciones y la entienden como una fuente de innovación y ventajas competitivas para las empresas que la adopten como pauta de actuación.

Fernández y Merino (2005), determinan que el auge de la RSC, se deriva en parte de la globalización (por la diversidad de valores, costumbres y normas existentes) y en parte de la información que circula a nivel mundial (ligada a las nuevas tecnologías y la difusión que alcanzan y que pone en conocimiento en cualquier lugar del mundo el funcionamiento de las organizaciones y las consecuencias de sus actuaciones). Y si nos centramos en España, al revisar la evolución de la RSC en las empresas del país mediante el informe elaborado por Forética (2008), observamos que más del 80% de la muestra afirma que la puesta en marcha de prácticas socialmente responsables genera beneficios no solo a la empresa sino que también a los sujetos que la rodean e interactúan con ella.

Fuentes García et al. (2005) sostienen que la RSC ha surgido debido a los cambios que se han dado en el sistema de valores de la sociedad en general y, especialmente, en los países desarrollados y que relacionamos con 3 factores:

1. Aumento de la regulación: se exige el respeto a unas normas de diversa naturaleza que buscan el bien de la humanidad en general.
2. Demandas de los consumidores: ya que cada vez hay más que eligen un consumo responsable buscando productos ecológicos o producidos de acuerdo a criterios de RSC.
3. Presiones de los mercados financieros: crece el número de inversores que demandan la ISR (Inversión Socialmente Responsable). Debido a que diversos estudios indican que los inversores no se mueven únicamente por valores altruistas pues está demostrada una correlación entre rendimiento social y financiero (empresas con mayor RSC tienen menos sanciones, mejor calidad de gestión, mejor reputación y son más atractivas para reclutar y mantener a los mejores empleados).

Se observa pues, que existen diferentes factores, tanto a nivel externo como interno que han propiciado la inclusión de la RSC dentro de las estrategias empresariales en las principales empresas a nivel mundial.

4.3. La RSC a día de hoy

En 2008, la Comisión Europea publicó el informe sobre la Competitividad en Europa y entre las principales conclusiones del mismo, destaca el análisis de los efectos que tiene la RSC en la empresa y determinó 6 aspectos:

1. La estructura de costes
2. Los recursos humanos
3. La perspectiva del cliente
4. La innovación
5. La gestión de la reputación y el riesgo
6. El desarrollo financiero

Influyendo decisivamente en áreas estratégicas de la empresa como son:

- RRHH
- Gestión del Riesgo
- Reputación Corporativa
- Innovación

La RSC entendida como voluntaria implica un grado de concienciación de las externalidades negativas que las organizaciones pueden provocar en su entorno (Pucheta et al., 2010), sin embargo, la motivación de su aplicación, a través de la argumentación económica-racional, se basa en un futuro incremento de ingresos o reducción de posibles costes futuros, derivados en:

1. Sanciones
2. Indemnizaciones
3. Coste por los efectos reputacionales negativos provenientes de los dos anteriores

La normativa vigente respecto la RSC a nivel mundial es más un acuerdo marco de buenos principios que unas normas estrictas, ya que muchos aspectos se encuentran poco desarrollados o directamente no están legislados. Sí existiese una normativa más estricta o de obligado cumplimiento se incrementaría la transparencia con la que actúan las empresas y con ello se facilitaría el desarrollo de los valores de la empresa siendo éstos respetuosos con los de la sociedad en general. En la actualidad no existen normas de carácter mundial por lo que se siguen aprovechando del denominado tercer mundo para obtener mano de obra barata con la que se pueda incrementar sus márgenes y beneficios.

Para ello, es necesario armonizar los criterios necesarios para determinar los requisitos de debe cumplir una empresa socialmente responsable, y que la conceda un organismo independiente. Entonces, se hace necesaria una normativa de verificación a posteriori y la obligatoriedad de las auditorías sociales y ecológicas. En esta dirección en 2011, el Gobierno de España aprueba la Ley de Economía Sostenible y la Unión Europea ha publicado recientemente el informe EUROPA 2020, donde establecen tres pilares fundamentales en los que se sustentará el crecimiento en la UE y que deben ser desarrollados a través de acciones concretas a nivel macro y micro económico. Éstos son:

- Crecimiento inteligente (basándose en el fomento del conocimiento, la innovación, la educación y la sociedad digital).
- Crecimiento sostenible (mediante una producción más eficiente en recursos a la vez que se incrementa la competitividad).
- Crecimiento integrador (obteniendo mayor inclusión en el mercado laboral, desarrollando programas de formación y lucha contra la pobreza).

A forma de conclusión, podemos afirmar que si a lo largo del siglo XX, el reconocimiento, y transmisión de unos valores más o menos sólidos ha supuesto un pilar importante para la configuración interna de las organizaciones y la relación de éstas con sus trabajadores, parece ser que una vez iniciado el siglo XXI estos valores sobrepasan el ámbito de las organizaciones y se tornan integrantes de las estrategias empresariales que buscan una ventaja competitiva para la organización. Son estrategias que buscan promover una mejor imagen, fidelizando tanto a clientes externos como internos, basadas en el ejercicio de una Responsabilidad Social Corporativa que le exige su entorno.

CAPÍTULO 5.

Publicaciones que responden al objetivo general

5.1. Artículo Publicado en *Universia Business Review*

Los Valores Compartidos en la Empresa Española

Shared Values in the Spanish Company

Sefa Boria Reverter¹, Montserrat Crespi-Vallbona, Ana García-González, Emili Vizuete Luciano

Departamento de Organización de Empresas, Universitat de Barcelona,
Av. Diagonal 690, 08034, Barcelona, España

RESUMEN DEL ARTÍCULO

Este artículo analiza el nivel de conciencia que poseen las organizaciones españolas sobre su sistema de valores. Los miembros de la dirección, como representantes de la organización, deberían conseguir que los valores de sus trabajadores y los de la propia organización fueran coincidentes, o como mínimo no incompatibles. Para ello es necesario que la organización utilice estrategias que le permita conciliar los valores de sus miembros y los propios con el fin de conseguir unos Valores Compartidos. Mediante el estudio de campo, se observa una fuerte coherencia entre los valores organizacionales y los de sus miembros, con lo que se verifica la existencia de Valores Compartidos.

EXECUTIVE SUMMARY

This paper analyzes the level of consciousness that Spanish organizations have on their value system. The Executive Committee, as representatives of the organization, should get the values of their workers were coincident with the values of their organization or at least not incompatible between them. For that reason it's necessary that the organization uses strategies, which allow it to join the values of its members and its own values to get Shared Values. Through the investigation, it is observed a strong coherence between organizational and member's values, so it's checked the existence of Shared Values.

Palabras clave: valores compartidos, participación, medición, ética, conciliación.

Key words: shared values, participation, measurement, ethic, conciliation.

¹ Localización Autor: Tel: +34 93 402 19 62; Fax: +34 93 402 45 80.

E-mail: evizuetel@ub.edu (E. Vizuete), jmerigo@ub.edu (J.M. Merigó), amgil@ub.edu (A.M. Gil), jboriar@ub.edu (S. Boria).

1. INTRODUCCIÓN

Desde la creación de la primera organización, éstas han debido adaptarse al entorno para sobrevivir, pero en las últimas décadas, especialmente a partir de la Revolución Tecnológica, los cambios han sido más rápidos y profundos: nuevas exigencias derivadas de una economía globalizada, rapidez de los avances tecnológicos, mayor grado de conocimiento de los consumidores y una más adecuada preparación de los trabajadores (Machuca et al., 1995). Las estrategias tradicionales ya no logran dar respuesta a las demandas del mundo actual. De hecho, las organizaciones con gran cantidad de activos intangibles son las que mayor crecimiento obtienen en los mercados. Es por esta razón que las que deseen sobrevivir deberán orientar sus esfuerzos hacia la consecución de sinergias organizativas que les permitan obtener una ventaja competitiva; para ello deberán contar en sus plantillas con miembros activos y comprometidos (Soto y Sauquet, 2006).

Uno de los activos intangibles, destacado por su potencial en la creación de sinergias, es la implantación de los Valores Compartidos. Se trata de un elemento clave de la cultura corporativa que promueve la uniformidad de procesos estratégicos entre los diferentes componentes de la organización (Rokeach, 1973), influye positivamente en la satisfacción, compromiso y rendimiento (Kang et al., 2005) y facilita el logro empresarial (Lord, 2006).

Cada organización dispone de patrones de comportamientos propios y esenciales en su cultura empresarial. La dimensión ética de éstos es transmitida a través de las actitudes de sus miembros (Bañón-Gomis et al, 2011). Si partimos de la idea que los valores son creencias que unen a las personas y las comprometen (García y Dolan, 1997), será necesario realizar una transición desde las creencias hacia las conductas a través de los valores para conseguir unificar esfuerzos y enfocarlos hacia una misma dirección.

La creación de sinergias tiene como punto de partida el ideario de la empresa, con el objetivo de identificar sus valores organizacionales. Una vez identificados, será necesario iniciar el proceso de acercamiento entre éstos y los de sus miembros, a fin de establecer sistemas que permitan situar los valores organizacionales dentro de la escala de valores del equipo humano de la organización. A continuación, podría diseñarse un listado de Valores Compartidos, que manifestase las conductas deseadas (buenas prácticas) y no deseadas (malas prácticas), claramente diferenciadas, con indicadores de gestión que permitieran medir el impacto de la cohesión de comportamientos en el rendimiento del negocio. Para conseguir una mayor integración y eficacia, podría elaborarse con la

participación de todos los componentes de la organización, de manera que todos ellos fuesen, y se sintiesen, responsables de detectar las posibles desviaciones y corregirlas.

El objetivo de nuestro trabajo es comprobar la relación existente entre la teoría relativa a los valores compartidos y su aplicación en las empresas españolas. Para ello, en el apartado 2 realizamos una profunda revisión de la literatura existente sobre los valores organizacionales en la empresa; de ella, se desprenden las hipótesis que se analizan empíricamente. En el apartado 3 presentamos el estudio realizado en el que se detallan diferentes cuestionarios de medición de estos valores compartidos y se concreta la metodología utilizada, así como las hipótesis de trabajo y sus resultados. Finalmente en el apartado 4 mostramos las conclusiones respecto a los principales hallazgos obtenidos en el estudio.

2. LOS VALORES ORGANIZACIONALES EN LA EMPRESA. LA MEDICIÓN DE LOS VALORES COMPARTIDOS.

Una organización es “una agrupación deliberada de personas para el logro de algún propósito específico” (Robbins y Coulter, 2005). Asimismo, ésta puede definirse como la comunidad formada por miembros con sus propios intereses, donde la dirección a través de su gestión busca unos resultados adecuados a los objetivos establecidos (Argandoña, 2011).

Esta dirección se realiza a través de la estructura organizativa que es “el marco formal mediante el cual las tareas se dividen, agrupan y coordinan. Así como los humanos tenemos un esqueleto que define nuestra forma, las organizaciones tienen estructuras que definen la suya” (Robbins y Coulter, 2005).

Teniendo en cuenta que los valores son creencias que unen a las personas y las comprometen, si la organización impregna a los trabajadores de sus propios valores podrá conseguir que todos sus miembros trabajen para alcanzar una meta común (Blanchard y O'Connor, 1997). Los valores compartidos permiten pues marcar el camino a seguir, indican a los miembros de la organización que se espera de ellos, influyendo en el entorno y siendo una forma de fomentar el espíritu de grupo (Robbins y Coulter, 2005).

Según Kotter y Heskett (1995), los valores compartidos corresponden a objetivos e intereses compartidos por la mayoría de las personas de un grupo y tienden a condicionar su actuación; con frecuencia, persisten durante un largo periodo de tiempo, aunque se produzcan cambios en la composición del grupo. Son el conjunto de enunciados que reflejan los principios fundamentales bajo los cuales opera una organización (Ramírez et al., 1997).

El sistema 7S de McKinsey muestra que los valores compartidos son una variable entre otras seis. Lessem (1992), por su parte, los define como una variable que integra a todas las demás. Por otra parte, Ogalla (2005) indica que los valores apoyan la misión y la visión de la organización, ya que son una parte esencial de la cultura organizacional.

Los valores pueden clasificarse en función del grado en que son aceptados dentro de un determinado grupo social. Valor aislado puede ser un criterio individual no coincidente con el resto de los individuos de un grupo y valor compartido cuando el criterio del individuo coincide con los del grupo. Los valores aislados son el primer paso para llegar a los compartidos, pero no siempre un valor aislado llega a ser compartido.

Hasta el momento, prácticamente todas las grandes organizaciones definen, a nivel teórico, unos valores concretos con los que se identifican. No obstante, en la práctica, la pregunta que se plantea es si quienes trabajan (operarios, mandos intermedios, directivos o personal auxiliar) son realmente conscientes de tales valores y de su influencia en la cultura empresarial, ya que la existencia de unos valores definidos en la organización no implica que realmente sean compartidos; por ello es importante determinar hasta qué grado son compartidos entre los miembros de la organización.

Y finalmente, a partir de la aceptación y demostración de que hay valores compartidos en las organizaciones, podríamos encontrarnos con organizaciones que necesitan evolucionar y para ello necesitan cambiar también esos valores compartidos. Si los valores compartidos actuales formaran parte de la herencia histórica de la propia organización y hubiera un deseo de modificarlos con el objetivo de hacer frente al futuro, deberían aplicarse herramientas para la asimilación de estos nuevos valores por parte de todos los miembros de la organización. Una matriz de doble entrada (Figura 1) podría ayudar a tomar conciencia de la situación: en uno de los ejes podrían colocarse los valores compartidos existentes, los deseables, así como las estrategias para disipar las diferencias entre ambos; y en el otro, la percepción de todos estos factores por parte de la dirección, mandos intermedios y base operativa.

Figura 1.- Matriz de evaluación de valores compartidos:

	Valores compartidos actuales	Valores compartidos deseables	Estrategias para alcanzar los valores deseados
Dirección			
Mandos Intermedios			
Base Operativa			

Fuente: Elaboración propia

Para poder valorar adecuadamente las desviaciones entre la situación actual y la deseada, la dirección debe utilizar herramientas que permitan diagnosticar e identificar los valores compartidos existentes, ya sean explícitos o latentes. Con ello se pueden aplicar estrategias para su conciliación.

Gracias a aportaciones como las de Rokeach (1973) o Robbins (1999) se conoce que las organizaciones pueden promover condiciones para que sus miembros se comporten influenciados por determinados valores, valores compartidos por la organización y sus miembros. El conocimiento e integración del sistema de valores, su asimilación y correspondiente cambio de actitudes es posible, tal como indica el siguiente esquema gráfico (Figura 2). No se trata de un cambio *per se* sino de conseguir que los valores de la organización sean en su totalidad compartidos, tanto los actuales como los ideales. La comunicación es su clave para conciliar los valores de todos los miembros de la organización:

Figura 2.- Estructura del cambio de los valores compartidos en la organización:



Fuente: Elaboración propia

A pesar de la facilidad con que las organizaciones afirman poseer unos valores concretos y explícitos a través de documentos escritos como por ejemplo, la existencia de códigos de conducta, listados de valores, comités éticos o informes de sostenibilidad..., la asimilación, transmisión o toma de conciencia no resulta tarea fácil ya que los valores reales no suelen interiorizarse por escrito, sino a través de medios más sutiles (Peters y Waterman, 1988), como la socialización, el reclutamiento y la selección. El colectivo de directivos, los representantes de la entidad, con su actuación diaria muestran cuáles son realmente los valores existentes en la organización.

McDonald y Gandz (1992) analizan las estrategias usadas para lograr la congruencia de los valores en las organizaciones. Estas estrategias se clasifican en 3 categorías:

- Acciones destinadas a reclutar y seleccionar candidatos congruentes con los valores de la organización. Las empresas buscan y seleccionan candidatos que muestran características similares a las de los miembros exitosos de la organización, tal como indica Chatman (1991).
- Acciones destinadas a socializar a los empleados hacia los valores deseados por la organización. Las empresas actúan como entes socializadores o grupos de influencia en los individuos transmitiendo y/o “contagiando” valores a los trabajadores (García y Dolan, 1997). A través del proceso de socialización, las empresas procuran que el individuo entienda los valores, habilidades, conductas esperadas y conocimiento social esenciales para asumir un rol organizacional y para participar como un miembro de la organización (Louis, 1980).
- Acciones destinadas a modificar aquellos valores que la organización requiere como respuesta a los cambios percibidos en su entorno más competitivo. Las empresas, en su objetivo de implantar valores compartidos, utilizan políticas y estrategias que en ocasiones no generan una concienciación sólida de éstos en todos sus integrantes. En consecuencia, su comportamiento puede no coincidir con el deseado, provocando la necesidad de reformular los procesos utilizados con la finalidad de lograr la conciliación de estos valores.

3. ESTUDIO REALIZADO

Hemos pretendido observar si las empresas españolas gozan de una estructura firme basada en la explicitación y conocimiento de sus valores; si éstos son compartidos e interiorizados tanto por sus empleados como directivos; y por último qué herramientas facilitan esta aceptación.

La metodología utilizada se basa en una escala Likert (1932), mediante un cuestionario basado en el de los Valores de Schwartz (SVS) y en el de la Escala de Valores Hacia el Trabajo (EVAT-30).

Los autores Arciniega y González (2000) evaluaron los valores hacia el trabajo fundamentándose en la “Teoría de la Estructura Universal de los Valores Humanos” de Schwartz (1992, 1994). Esta teoría plantea que cada valor expresa un objetivo motivacional concreto y que, dependiendo del objetivo, se puede obtener una estructura dinámica de clasificación de los valores. La estructura propuesta posee dos grandes dimensiones bipolares. Una de ellas, corresponde a la “apertura al cambio” vs. “conservación” y la otra dimensión a la “auto-promoción” vs. “autotrascendencia” y éstas dan lugar a las diez tipologías de valores de Schwartz, que pueden clasificarse en tres orientaciones según el interés que cumplen: individualistas, colectivistas y mixtos.

La escala EVAT-30 permite evaluar los cuatro factores de orden superior establecidos en la teoría de Schwartz, así como las diez tipologías específicas. Consta de 30 ítems y utiliza un formato de respuesta tipo Likert de 5 puntos sin expresiones numéricas, pero con indicaciones verbales que van desde “se parece mucho a mí” hasta “no se parece nada a mí”. El instrumento se aparta de la estructura que clasifica a los valores hacia el trabajo en intrínsecos y extrínsecos, muy criticada, para coincidir con la de Schwartz (1992). Además, y para evitar los problemas asociados con los formatos de respuesta tradicionalmente utilizados para evaluar valores hacia el trabajo, se reutilizan unos ítems con carácter proyectivo, algo muy sugerido para la medición de valores pero poco puesto en práctica.

En el estudio llevado a cabo durante el segundo semestre de 2011, se han realizado dos encuestas: una de ellas, dirigida a expertos, directores de RSC y de RRHH; y la otra, dirigida a los empleados de las mismas empresas, con el fin de analizar el grado de implantación de los valores en las mismas. Así pues, teniendo en cuenta los interrogantes surgidos en el análisis teórico previo se desarrollaron los cuestionarios con el fin de verificarlos:

- *En qué medida las organizaciones tienen conciencia de su propio SISTEMA DE VALORES.*
- *Hasta qué punto los valores existentes en la organización son VALORES COMPARTIDOS.*
- *Cuáles son las estrategias que utiliza la organización para la CONCILIACIÓN de los VALORES, entre los empleados y la dirección.*

Para ello, desarrollamos una encuesta estructurada con preguntas de carácter cerrado en su mayoría, en la que se recogieron las cuestiones planteadas. Se realizó con base, fundamentalmente, en escalas tipo Likert, donde se reflejan oraciones, por lo general, con un componente cognitivo y el sujeto manifiesta su grado de acuerdo en un continuo de “Muy en desacuerdo” (1) a “Muy de acuerdo” (5). Algunas preguntas fueron de libre respuesta, ofreciendo mayor margen de expresión al sujeto.

La información obtenida corresponde a la participación de 212 empresas de diferentes tipologías y sectores de las 497 contactadas. Se trata de una muestra válida, con un nivel de confianza del 95.5%², admitiendo un error máximo del 7%. Se cuenta además con una muestra válida de empleados de diferentes categorías profesionales (221 sobre un total de 432, de 47 empresas participantes).

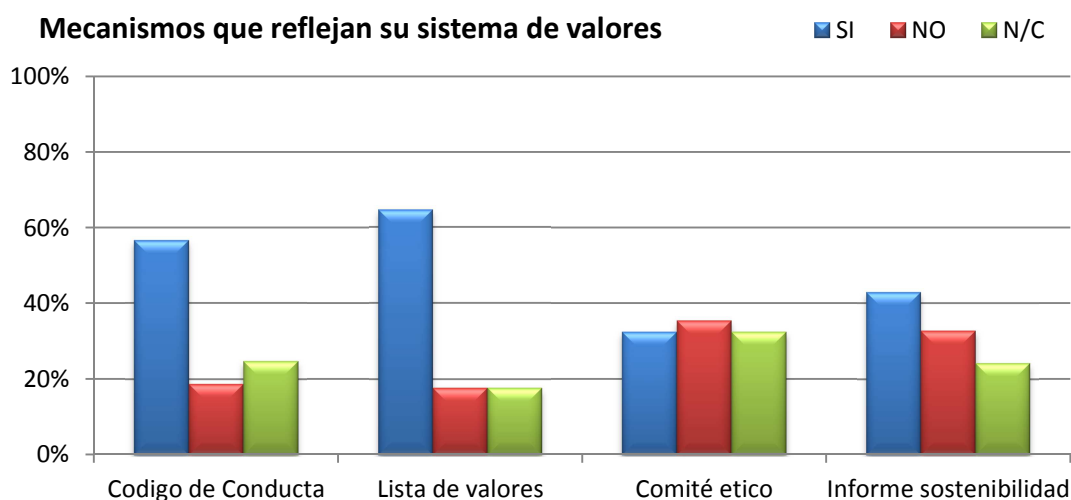
Para responder a cada una de las cuestiones planteadas, se ha procedido de la siguiente forma:

- ***En qué medida las organizaciones tienen conciencia de su propio SISTEMA DE VALORES.***

Con el fin de analizar la conciencia que las organizaciones tienen de su propio Sistema de Valores, se estudian distintos mecanismos susceptibles de ser plasmados. Por ello, se preguntó acerca de la existencia de un código de conducta, listado de valores, comité ético, o un informe de sostenibilidad; como manifestación explícita de los valores que han de guiar la totalidad de la entidad.

² K=2

Gráfico 1.- Respuestas de la organización:

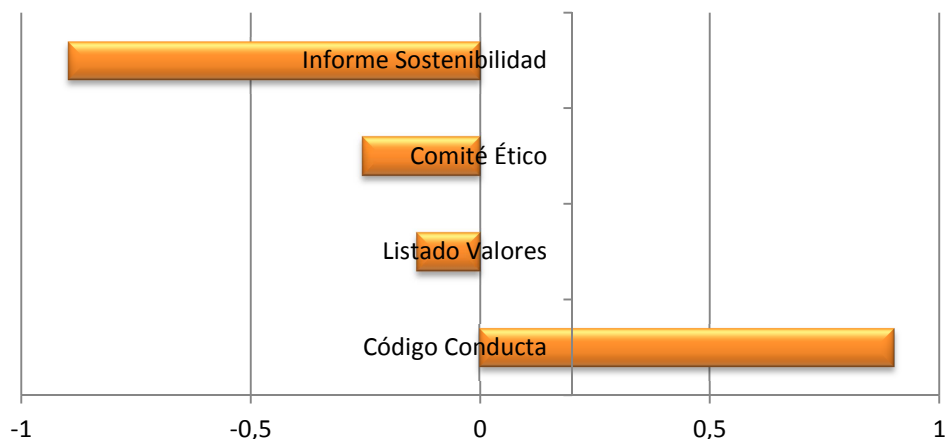


De las empresas encuestadas, en torno al 64% afirma tener un listado de valores. Sin embargo, en una cuestión posterior, la proporción aumenta cuando se pregunta si disponen de unos valores explícitamente definidos en su organización (el 71% asiente), ello es debido a que en las organizaciones no existe explícitamente un listado con los valores que las rigen, sin embargo estos valores sí que están desarrollados a través de otros documentos (Informe de Sostenibilidad, Manual de Buenas Prácticas,...). Por otra parte, poco más de la mitad afirma poseer un código de conducta y son muy pocas las entidades que disponen de un Comité Ético (33%).

Los 221 empleados de 47 empresas participantes, muestran cifras aún más bajas, sin alcanzar el 50% en las cuatro variables analizadas. Por tanto, los trabajadores tienen una menor conciencia respecto a la documentación analizada. En concreto, más de la mitad, desconoce o bien no contesta a la cuestión del Comité ético o el Informe de sostenibilidad.

Cuando los datos se analizaron con mayor profundidad y se realizó una comparativa formal entre las respuestas de la entidad y las de los trabajadores, los resultados fueron los siguientes:

Gráfico 2.- Correlaciones Empresa vs. Empleados³:



Como se puede observar en el gráfico 2, existe una correlación significativa en dos variables: Código de Conducta e Informe de Sostenibilidad. En el caso del código de conducta la correlación es positiva⁴, de modo que las respuestas de los empleados y la organización caminan en la misma dirección, pero en la cuestión sobre el informe de sostenibilidad la correlación es fuertemente negativa⁵. Éste último dato revela una gran contradicción en torno a la existencia del Informe de sostenibilidad. Mientras que la organización (directivos, expertos en RSC o de RRHH) focaliza su atención en aspectos que confieren una imagen positiva a la entidad, como es el caso del Informe de Sostenibilidad, los empleados podrían centrarse en aquellos aspectos que atañen más directamente a su departamento o al contexto de trabajo habitual sin considerar variables que caracterizan a la empresa en su conjunto.

- ***Hasta qué punto los valores existentes en la organización son VALORES COMPARTIDOS.***

Uno de los aspectos fundamentales del estudio radica en detectar la equivalencia existente entre las empresas y los trabajadores en el grado de importancia que ofrecen a determinados valores. En concreto a 26 valores, que basándonos en el Cuestionario de Schwartz, hemos agrupado en 14 bloques a evaluar del 1 (nada importante) al 5 (muy importante), interrelacionados con EVAT-30 con el fin de poder valorar su orientación.

³ Los resultados se obtienen mediante el coeficiente de correlación de Pearson.

⁴ $r = 0,90$

⁵ $r = -0,89$

El cuadro 1 relaciona la tipología y descripción de Valores de la Teoría de Schwartz con estos 14 bloques de valores de las corporaciones.

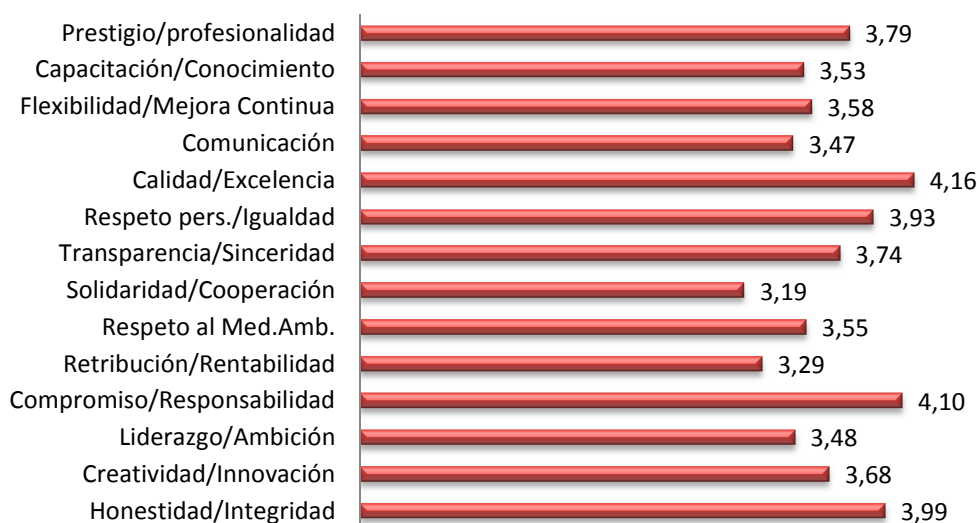
Cuadro 1: Valores de la Teoría de Schwartz (tipología y descripción), según autores del método de EVAT-30, orientación.

Tipología	Descripción	valores	Orientación
Autodirección	Elección independiente de actos y pensamientos. Creación.	Creatividad/Innovación	Individualista
Estimulación	Estimulación, innovación y reto.	Flexibilidad/Mejora Continua	
		Calidad/Excelencia	
Hedonismo	Placer y sensación grata para uno mismo.	Liderazgo/Ambición	
Logro	Éxito personal demostrando ser competente a través de los estándares sociales.	Capacitación/ Conocimiento	
Poder o autoridad	Estatus social y prestigio, control y dominio sobre las personas o sobre los recursos.	Prestigio/Profesionalidad	
Benevolencia	Preservación y engrandecimiento del bienestar de la gente cercana.	Solidaridad/Cooperación Comunicación	Colectivista
Tradición	Respeto, compromiso y aceptación de las costumbres e ideas que la cultura o religión proveen.	Compromiso/Responsabilidad	
		Respeto a las personas/Igualdad de oportunidades y de trato, sin discriminación por razón de sexo, raza y/o religión	
Conformidad	Actuar de acuerdo a las expectativas y normas sociales. Restricción de las acciones, inclinaciones e impulsos que pudieran perjudicar o molestar a otras personas.	Honestidad /Integridad Transparencia/Sinceridad	
Universalismo	Comprensión, tolerancia, apreciación y protección del bienestar de toda la gente y de la naturaleza.	Respeto al medio ambiente social y físico	Mixto
Seguridad	Seguridad, armonía y estabilidad social en las distintas relaciones y consigo mismo.	Retribución/Rentabilidad	

Fuente: Elaboración propia basada en Schwartz (1992, 1994).

Las orientaciones individualistas, colectivistas y mixtas se basan en el tipo de satisfacción o beneficios que se perciben. Los valores individuales son aquellos que motivan a hacer o no hacer alguna cosa por sí mismo. La orientación colectivista se orienta más a valores que benefician a la sociedad como una globalidad y al entorno inmediato. La orientación mixta interrelaciona valores de las dos orientaciones anteriores.

Gráfico 3.- Valores significativos para las empresas:



En el eje vertical se muestran los 14 bloques de valores, mientras que el eje horizontal revela la puntuación media indicadora del grado de importancia (1: nada importante hasta el 5: muy importante) ofrecida a cada valor.

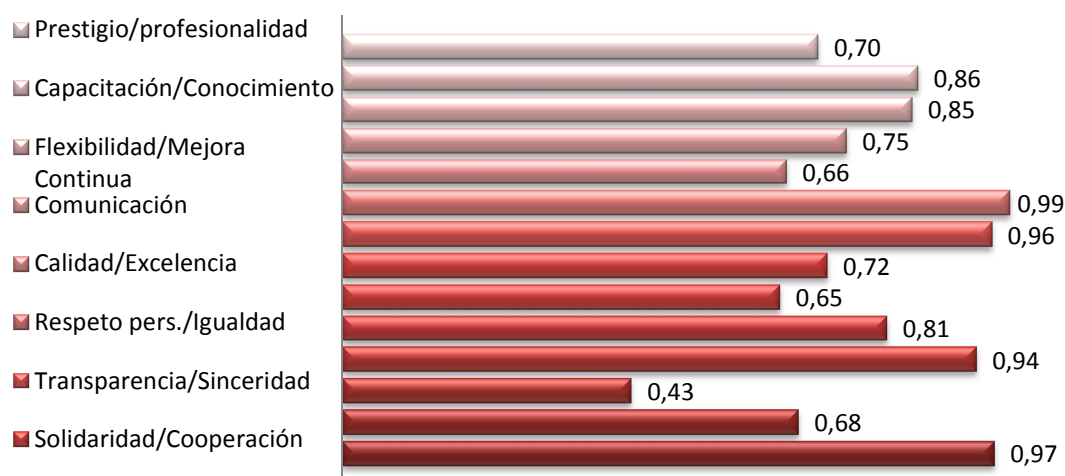
Los resultados muestran que los aspectos más relevantes para las empresas son la Calidad/Excelencia, seguido de Compromiso/Responsabilidad y Honestidad/Integridad, y se otorga menor peso a valores de Solidaridad/Cooperación o Retribución/Rentabilidad.

Pero, ¿otorgan el mismo peso los empleados a estos mismos valores? Se observa que los empleados valoran en gran medida la Honestidad/Integridad, Compromiso/Responsabilidad y Respeto a las personas/Igualdad de trato. La Calidad/Excelencia no fue tan relevante como en las empresas. Y las peores puntuaciones las recibieron: Liderazgo/Ambición y Rentabilidad/Rentabilidad.

Ahora bien, la cuestión no termina ahí, ya que resulta necesario comparar las respuestas de las organizaciones con las de sus empleados con el fin de conocer si comparten similares valores, si existe una coherencia entre unos y otros, y si la empresa realmente pone en marcha los medios oportunos para conciliar los ideales de unos y otros, al menos, en cuanto a trabajo se refiere.

Por tanto, el paso siguiente fue estimar la correlación existente entre las respuestas de ambos grupos, obteniendo los siguientes resultados:

Gráfico 4.- Correlación valores Organización vs. Empleados:



Como se puede ver en el Gráfico 4, los resultados indican una fuerte correlación⁶ en una buena parte de los valores presentados y de carácter positivo en todos los casos. Existen 7 grupos de valores significativos, siendo los de mayor correlación los valores Respeto a las personas/Igualdad de trato, Honestidad/Integridad, Transparencia/Sinceridad y Compromiso/Responsabilidad, por este orden. Siendo éste un resultado que entendemos como coherente ya que las empresas que han sido objeto de estudio, al estar ubicadas en nuestro país, comparten unos mismos valores sociales en su entorno. A pesar de fuerte correlación, poco más del 43% de los empleados se identifica con los valores de la entidad en la que presta servicios.

Para verificar el grado de solidez de esta correlación se ha aplicado la prueba de coeficiente de determinación⁷. Los resultados que se obtienen cambian relativamente, pues tan sólo obtienen un coeficiente lo suficientemente elevado 4 grupos de valores, que son Honestidad/Integridad, Compromiso/Responsabilidad, Transparencia/Sinceridad y Respeto a las personas/Igualdad de trato. Mientras, pares de valores como Retribución/Rentabilidad (muy poco valorados por ambos grupos), pierden representatividad en esta segunda prueba. Efectos similares muestran los valores de Capacitación/Conocimiento o Flexibilidad/Mejora continua (lo que conduce a una mayor cautela en la interpretación de los datos).

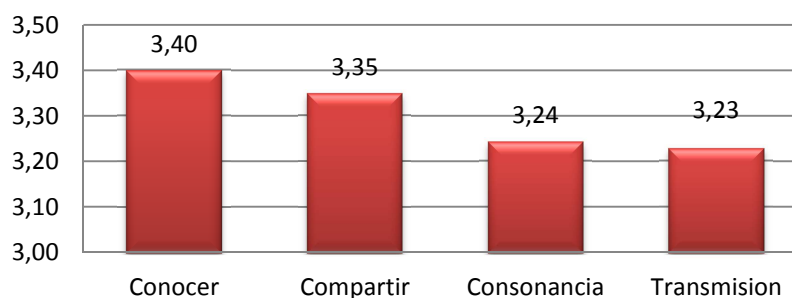
⁶ Cercana a $r = 1$.

⁷ Esta prueba consiste en elevar al cuadrado el coeficiente de correlación de Pearson (r^2), por lo que una fuerte correlación de 0'81 en la prueba de coeficiente de determinación es 0'64.

- ***Cuáles son las estrategias que utiliza la organización para la CONCILIACIÓN de los VALORES, entre los empleados y la dirección.***

Resulta fundamental constatar si las coincidencias observadas entre ambos grupos se derivan del empleo de estrategias de conciliación, si son el resultado de otro tipo de estrategias indirectas de cohesión como el fomento, desarrollo, aplicación y utilización de un vocabulario común entre todos los miembros de la organización o bien son fruto de la casualidad. Con el fin de encontrar una respuesta a estas incógnitas se analizaron las diferentes herramientas utilizadas para lograr esa armonía intra-organizacional en lo que a valores se refiere. En este caso, el estudio se centró en el colectivo de directivos (de RRHH, de RSC...) como representantes de la entidad. Se preguntó cómo valoraban según su opinión si los empleados conocían los valores, cómo los compartían si estos tenían la misma consonancia con la dirección, y si se transmitían a los nuevos miembros.

Gráfico 5.- Valores promedio en materia de conciliación de valores:



Teniendo en cuenta que la puntuación oscila del 1 al 5 (muy en desacuerdo - muy de acuerdo), y las cuatro variables analizadas superan el promedio de tres, se puede afirmar que, en general, en las organizaciones analizadas los valores son conocidos y compartidos, existe una consonancia aceptable y los valores son transmitidos a sus miembros.

A su vez, el 50% de las empresas encuestadas realizan acciones concretas para fomentar la asimilación de los valores empresariales. Entre las acciones empleadas, destacan medidas como los cursos o seminarios formativos de asimilación de valores, grupos mixtos (con inclusión de empleados) para consensuar valores, planes formativos de acogida para nuevas incorporaciones, campañas de sensibilización o difusión de valores vía intranet.

No obstante, únicamente el 32% reconoce disponer de alguna herramienta para evaluar el grado de coincidencia de valores entre los miembros y la organización (frente casi un 47% que afirma que no), por lo que no se dispone de ningún feedback acerca de la

eficacia de las acciones ejecutadas. No se debe obviar, por otra parte, que determinadas organizaciones, aunque no los dispongan de forma explícita, utilizan mecanismos de valoración indirecta en las distintas sub-áreas, como por ejemplo, encuestas de clima laboral, técnicas de evaluación del desempeño, encuestas anuales de satisfacción, auditorías sobre código ético o la comunicación bidireccional.

4. CONCLUSIONES

En este estudio se ha intentado poner de manifiesto el grado de implantación de los Valores Compartidos en la realidad empresarial del país.

La principal conclusión que hemos alcanzado es la que nos indica que empresas y empleados, en general, asumen la existencia de un código de conducta y listado de valores que rigen el comportamiento organizativo.

Las empresas analizadas comparten determinados valores con sus miembros, en especial: la honestidad, la transparencia, la responsabilidad, el respeto a las personas y la igualdad de trato. Estos valores se sitúan dentro de la orientación colectivista, es decir, son aquellos que más se desean para nuestro entorno, pues son valores que se identifican con la sociedad.

Sin embargo, las organizaciones otorgan mayor importancia que los empleados a los aspectos de calidad y excelencia, valores de carácter más individualista y englobados dentro de la tipología de autodirección y de estimulación, según Schwartz. Tradicionalmente, la empresa ha mostrado únicamente interés en su propio beneficio, sin parar atención en los intereses de la sociedad, por ello es lógica la valoración positiva de estos valores. No obstante, los valores que comparten, señalados anteriormente, ponen de manifiesto que las empresas cambian y el cambio en ocasiones ha sido provocado como consecuencia de distintos movimientos a favor de los más desfavorecidos, el ecologismo, o como denuncia de grandes escándalos financieros, religiosos y/o políticos, lo que está provocando un cambio social en todo el planeta que persigue frenar las injusticias y aunque la empresa está en este camino va un paso atrás de la sociedad.

A pesar de las equivalencias detectadas, el 27'81% de los empleados desconoce la existencia de un listado de valores o un código ético, mientras que los miembros de la organización que no se identifican con los valores de ésta, corresponde a un 30'46%. Ello parece contradecir las respuestas de las organizaciones, si bien Abboushi (1990) encontró que los trabajadores con menor antigüedad tienen una orientación mayor hacia la

realización de esfuerzos para escalar jerárquicamente en la organización frente a los trabajadores con mayor antigüedad. Esto puede parecer algo lógico, pues un trabajador al inicio de su carrera tiene un gran interés en progresar hacia puestos mejor pagados y más reconocidos. Destacamos que en nuestro estudio, la media de edad es de 33 años. Diversos autores como Simpson (1985) han sugerido que la edad tiene un efecto positivo en la satisfacción laboral y el compromiso organizacional. Y por nivel jerárquico, Abboushi (1990) muestra que los trabajadores en puestos administrativos tienen una orientación frente al trabajo diferente que los trabajadores de perfil más técnico. Los que realizan labores administrativas tienen preferencias más fuertes respecto a las condiciones de trabajo, buena ejecución y compromiso organizacional que los que desarrollan labores operativas. Estos últimos tienen preferencias más fuertes en los aspectos monetarios y de estatus respecto a los trabajadores administrativos. En nuestro estudio el 49.66%, es decir prácticamente la mitad de la muestra es personal auxiliar, un 28.97% personal productivo, un 19.31% mandos intermedios y solo un 2.07 % corresponde a personal de alta dirección; este hecho también indica cómo son sus valores y en qué nivel se sienten identificados con la organización.

Por otro lado, más de la mitad de las organizaciones emprenden acciones concretas para fomentar la asimilación de los valores empresariales. No obstante, muy pocos disponen de alguna herramienta de medición que permita constatar la congruencia de valores intra-organizacionales o evaluar la efectividad de las estrategias implantadas. A su vez, la mayor parte de ellas recurren a estrategias de evaluación indirectas, en ausencia de índices precisos. En consecuencia, las empresas deberían aplicar herramientas propias para conocer la existencia de esta correlación.

Con el transcurso del tiempo la normativa legal al igual que los valores sociales se modifican, la organización se adapta al entorno, y con ello los valores que existían antaño van perdiendo presencia a medida que la organización se adapta al entorno. De todas formas, aquellas empresas que disponen de una fuerte identidad cultural mantienen una coherencia con los valores heredados, por lo que se debe prestar especial atención al conflicto que pueda existir entre lo tradicional y lo moderno con el fin de adaptarse a las situaciones que se acontezcan.

Para finalizar, es importante señalar que las empresas analizadas manifiestan una voluntad de trabajar para la conciliación de los valores organizacionales con los de su equipo humano. Unos valores compartidos que son para estas empresas fundamentales para la creación de sinergias que les permitan sobrevivir en un entorno hostil.

BIBLIOGRAFÍA:

- Abboushi, S. (1990): "The impact of individual variable on the work values of Palestinian Arabs". *International Studies of Management and Organization*, 20, pp. 53-68.
- Arciniega, L.M.; González, L. (2000). "Desarrollo y validación de la escala de valores hacia el trabajo EVAT 30". *Revista de Psicología Social*, 15, 281-296.
- Argandoña, A. (2011): "La ética y la toma de decisiones en la empresa," *Universia Business Review*, Segundo semestre, pp.22-31.
- Bañon-Gómis, A.; Guillén-Parra, M.; Ramos-López, N. (2011): "La empresa ética y responsable," *Universia Business Review*, Segundo semestre, pp.32-43.
- Blanchard, K.; O'Connor, M. (1997): "Managing by values", Berrett-Koehler publishers, San Francisco.
- Chatman, J.A. (1991): "Matching People and Organizations: Selection and Socialization in Public Accounting Firms," *Administrative Science Quarterly*, Vol. 36, núm. 3, Septiembre, p. 459-485.
- García, S.; Dolan, S. (1997): "Dirección por Valores", McGraw Hill, Madrid.
- Kang, I.; Jeon, S.; Lee, S.; Lee, C.K. (2005): "Investigating Structural Relations Affecting the Effectiveness of Service Management," *Tourism Management*, Vol. 26, núm. 3, p. 301-310.
- Kotter, J.P.; Heskett, J.L. (1995): "Cultura de Empresa y Rentabilidad". Ediciones Díaz de Santos. Madrid.
- Lessem, R. (1992): "Gestión de la Cultura Corporativa". Ediciones Díaz de Santos. Madrid.
- Lord, S. (2006) "Shared values mean shared success," *NZ Business*, Vol. 20, Issue 4, p. 65.
- Louis, M.R. (1980) "Surprise and sense-making: what newcomers experience in entering unfamiliar organizational setting", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 25, p. 226-251.
- Machuca, J.A. y otros (1995): "Dirección de Operaciones", McGraw Hill, Madrid.
- McDonald, P.; Gandz, J. (1992): "Getting Value from Shared Values". *Organizational Dynamics*, Vol. 21, N.3 (invierno), p. 64-76.
- Ogalla Segura, F. (2005): "Sistema de Gestión". Ediciones Díaz de Santos. Madrid.

- Peters, T.; Waterman, R. (1988): "En busca de la excelencia", Folio, Barcelona.
- Ramírez, P.; Noel, D.; Cabello, M. (1997): "Empresas Competitivas". McGraw-Hill. México.
- Robbins, S.P. (1999): "Comportamiento organizacional: teoría y práctica", Prentice Hall, México.
- Robbins, S.P.; Coulter, M. (2005): "Administración", Octava Edición. Pearson Educación, México.
- Rokeach, M. (1973): "The nature of human values", The Free Press, New York.
- Simpson, K. (1985): "Is Satisfaction or Dissatisfaction Reported by RNs", Nursing Administration Quarterly, Vol. 9, N°. 3, pp 64-73.
- Soto, E.; Sauquet, A. (2006): "Gestión y conocimiento en organizaciones que aprenden", Thomson, México.

5.2. Artículo Publicado en Kybernetes

Forgotten Effects of corporate social and environmental responsibility: a case study of Catalanian Economy

Emili Vizuete Luciano

University of Barcelona, Barcelona, Spain

Anna M^a Gil Lafuente

University of Barcelona, Barcelona, Spain

Ana García González

University of Barcelona, Barcelona, Spain

Sefa Boria Reverter

University of Barcelona, Barcelona, Spain

Abstract

Purpose – The purpose of this study is to develop a model that illustrated how influences are interpreted and then shaped by an economy into its commitment towards Corporate Social and Environmental Responsibility (CSER)

Design/methodology/approach – The paper considers this question: Is possible find some first and second effects about CSER in 24 sectors of Catalanian Economy?

Findings – The analytical model is used in order to develop a conceptual model to explain the forgotten effects or CSER in Catalonia, Spain.

Originality/value – This paper applies the theory of the forgotten effects with the analysis of the causes or external elements to the Catalanian Economy and of the effects or reflections that it produces in the sustainability.

Keywords Corporate Social and Environmental Responsibility, Forgotten Effects Theory, Catalanian Economy

Paper type Case study

Introduction

The age of technology and information, the global market, the inequalities, the crisis are the breeding ground for thousands of protest movements worldwide. These movements are made up of individuals and organizations seeking to halt what they consider a savage capitalism, neoliberalism. They are not passive beings but that move, communicate and report, trying to cause a turn to reality.

European Commission defined this social change as "the act of altering the way in which individuals develop their lives, transforming adverse or harmful practices in other productive, changing attitudes and values in communities and societies as a whole creating new social technologies to introduce the desired changes and enhance the quality of life of people". But social changes campaigns are not a new phenomenon, throughout history have campaigned for social change to achieve these improvements. Find examples in ancient Greece and Rome where he campaigned for the liberalization of slaves in colonial America mass vaccination campaigns of smallpox or the industrial revolution campaigns to abolish child labour or give voting rights to women. What I do is new is the fact that there have been no administrations or private institutions but is the voice of the society that seeks to improve what it is around him. These times of change have pushed companies towards Corporate Social Responsibility (CSR), which could be defined as the commitment that

each company buys long-term relationships with its environment in order to earn money also must care for their environment returning a portion of their profits to society (European Commission, 2001, 2004).

The CSR is a new way of looking at the different demands of the stakeholders of the company (customers, suppliers, shareholders, employees, unions, environmental groups, administrations) who are not satisfied only with getting a product / service quality but demand respect for the environment, workers have not experienced any discrimination or that the company fights against corruption. What causes currently Corporate Social Responsibility is regarded as one of the supports in the direction of the company (Maignan, 2004; Vogel, 2005), that raises some goals based on the values of the company and the stakeholders (Frederick, 2006), promotes ethical behaviour beyond what is strictly legal, which is used to improve their public image and consequently its market position (Porter and Kramer, 2006). Under this definition, environmental responsibility is an implied part of social responsibility, even if the word environment is not included in the CSR acronym. One argument for this is that the natural environment is considered one of many stakeholders, and thus, if a firm is acting socially responsible to its stakeholders, being accountable to the natural environment is a part of this larger responsibility (Gil, 2009).

In recent times, the term corporate social and environmental responsibility (CSER) has gained popularity (Rothenberg, 2001). Although some studies have looked at a survey sector or cross-sectoral companies (Miles, 1999; Céspedes-Lorente, 2003), few studies have examined motivations for CSER in depth with one company (Lynes, 2008). This is the first study to look at CSER in relation to the Catalan Economy.

This paper is organized as follows. In Section 2 describes a situation of environmental plans in Spanish Economy. Forgotten Effects theory is presented in Section 3. The experimental results in the Catalan Economy are analysed in Section 4. Conclusions follow in Section 5.

Research Approach

Since the predecessor of the man made the first act of intelligence, surely the transformation of a stone or bone tool, we can say that beginning to interfere in the environment, begins to transform. The opening of a clearing in the forest to see come in time to the other animals, or the construction of a defensive barrier of logs, are also acts of environmental modification. The history of humanity is a constant change of nature's resources generally to increase the comfort of society that makes them. Parallel to the progress in this transformation appears also the anguish because many of these resources are limited; the need to preserve nature, to be less aggressive to the environment because it is known that the long-term needs for recovery and this is not always possible.

Industrialization, which has undoubtedly contributed to the welfare of humans, has caused serious environmental problems at the global level, such as water, soil or air pollution, destruction of biodiversity, global warming, deforestation, acid rain, thinning of the layer ozone or environmental accidents. The advertising of these problems and the fact that most of the countries do not respect the borders have helped build environmental awareness and increased concern for the environment, (Aragon Correa, 1998a). Awareness of the environmental reality has caused reactions from the three main actors on the market:

- The administration, through an increase in legislation to regulate and manage their protection
- The consumer: increased environmental requirements related to products and companies.
- Enterprises, through enforced compliance of the law, finding business opportunities, implementation of environmental management systems and cost savings resulting from good management.

But not all companies are in the same environmental situation and reacted in the same entity as the environmental challenge (Aragon Correa, 1998a, 1998b). There are companies that cause major impacts to the environment (Porter, 2002) and there are others whose impact is minimal, and some others companies that have incorporated environmental management into business strategy and others who refuse to recognize attacks generating the natural environment.

However, companies cannot try to ignore of the environmental impact despite the refusal or reluctance to bear the consequences. The fact of outsourcing those activities that add value to our product, that is, outsourcing means that the application of the criteria of the company in CSR to suppliers or subcontractors, creates a great difficulty, however 12% Spanish companies, acknowledges that environmental and social audits carried out to its suppliers (Fundación Entorno, 2009). Within CSR, the study focuses on environmental management, because this is the part which most of the companies consider the most important when assessing a 8, 9 on 10 in (Forética, 2008), and as seen in following graph 63 and 14%

develop in the future, this means that over 75% of companies are working on it, this may be due to the large number of existing regulations on environmental issues.

Plans related to environmental conservation.

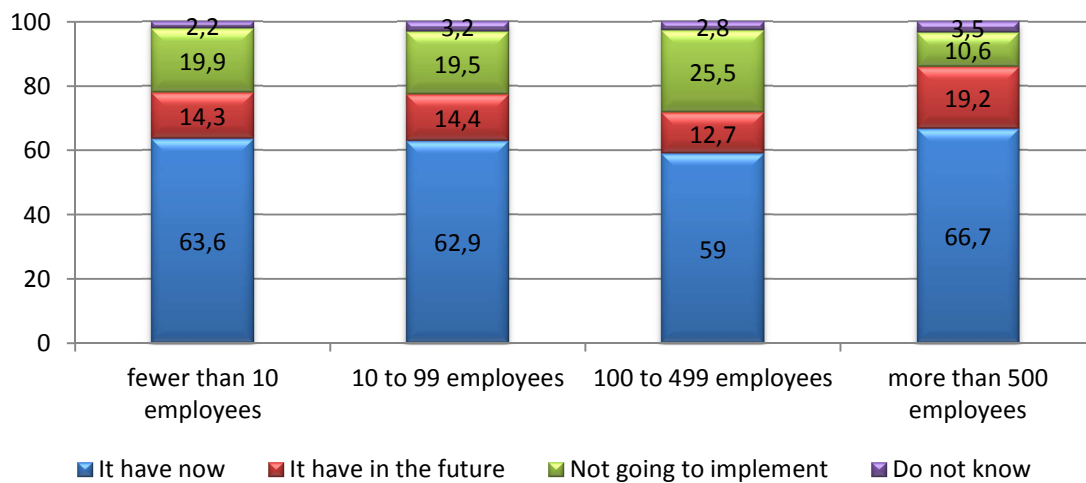
Environmental plans



Source; Forética (2008)

It is important to assess whether the environmental plan applying only the big companies, or is the whole sector in general, as seen in the following graph, there is no significant difference between different companies, this may be because, as noted above the existence of legislation.

Environmental Plans(number of employees)



Source; Forética (2008)

Anyway, it is important to note that if you work from a one-way aspect, i.e. a company or sector causing the environment. This paper aims to find a relationship between different sectors and the environmental effects are not looking for a cause-effect relationship but, it is associated with the idea of incidence.

Forgotten Effects Theory

All events, phenomena and events that surround us part some kind of system or subsystem, that is, we can ensure virtually any activity is subject to some kind of cause-effect incidence. Despite a good control system, there is always the possibility of not considering or forget voluntarily some causal relationships are not always explicit, obvious or visible, and usually not paid directly. It is customary for those relationships incidence can be obscured by effects on impacts, exist as an accumulation of causes that which provoke them (Kaufmann, 1988, 1990). The human intelligence needs to rely on tools and models able to create a technical basis to work with the information, comparing these with those obtained from environment and bring out all the direct and causal relationships indirect flying out.

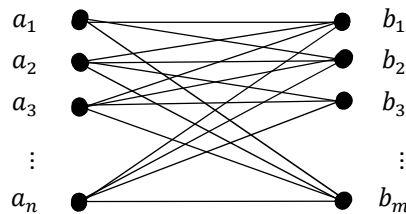
The concept of incidence could be associated with the idea of function and present in all actions of living beings (Gil Aluja, 1999; Gento, 2001). Precisely in every kind of processes of sequential nature, where incidents are transmitted in chains, it is common skip voluntarily or involuntarily at some stage. Each oblivion result has side effects ranging repercussions throughout the network of advocacy into a kind of process combinatorial (Gil, 2010).

The incidence is extremely subjective concept, usually difficult to measure, but their analysis can improve reasoned action and decision-making (Gil, 2005). To proceed, roughly, to show the operation of the theory of the forgotten effects, start on the inside briefly in its methodological bases. If we have two sets of elements: $A = \{a_i/i = 1,2, \dots, n\}$ and $B = \{b_j/j = 1,2, \dots, m\}$, we can say that there is an incidence of a_i and b_j on the value of membership characteristic function of the pair (a_i, b_j) is valued in $[0,1]$. That is, the degree of impact of each a_i on each b_j expressed through a function: $\mu: AxB \rightarrow [0,1]$, so $\forall(a_i, b_j) \in AxB, \mu(a_i, b_j) \in [0,1]$.

The set of pairs of valued elements define what we call "Direct impact matrix, which shows the relationships cause and effect that occur between the different graduation elements of the set A (causes) and the elements of set B (Effects):

$$\tilde{M} = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} \curvearrowright & b_1 & b_2 & b_3 & b_4 & \dots & b_m \\ a_1 & \mu_{a_1 b_1} & \mu_{a_1 b_2} & \mu_{a_1 b_3} & \mu_{a_1 b_4} & \dots & \mu_{a_1 b_m} \\ a_2 & \mu_{a_2 b_1} & \mu_{a_2 b_2} & \mu_{a_2 b_3} & \mu_{a_2 b_4} & \dots & \mu_{a_2 b_m} \\ a_3 & \mu_{a_3 b_1} & \mu_{a_3 b_2} & \mu_{a_3 b_3} & \mu_{a_3 b_4} & \dots & \mu_{a_3 b_m} \\ a_4 & \mu_{a_4 b_1} & \mu_{a_4 b_2} & \mu_{a_4 b_3} & \mu_{a_4 b_4} & \dots & \mu_{a_4 b_m} \\ a_5 & \mu_{a_5 b_1} & \mu_{a_5 b_2} & \mu_{a_5 b_3} & \mu_{a_5 b_4} & \dots & \mu_{a_5 b_m} \\ a_6 & \mu_{a_6 b_1} & \mu_{a_6 b_2} & \mu_{a_6 b_3} & \mu_{a_6 b_4} & \dots & \mu_{a_6 b_m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_n & \mu_{a_n b_1} & \mu_{a_n b_2} & \mu_{a_n b_3} & \mu_{a_n b_4} & \dots & \mu_{a_n b_m} \end{array} \end{array}$$

This matrix can also be represented by the graph incidence associated, in the event that a pair (a_i, b_j) value the function characteristic of belonging would be invalid eliminated the arc that connects the element a_i with the element b_j



That whole incident shows us three ways to present the cause-effect relationships that occur between two items. The incidence matrix represents the direct (or also called first order). Those are which have been considered when establishing the impact of some elements over others. In fact it is the first step in order to pose the model and it will allow us to retrieve different levels of incidence which have not been detected or simply forgotten. Suppose, for example, published a third set of elements: $C = \{c_k/k = 1,2, \dots, p\}$, which consists of elements that act as effects of set B, in:

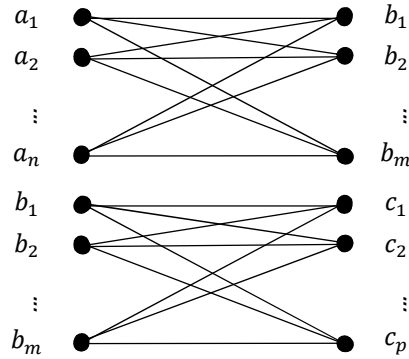
$$\tilde{N} = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} \curvearrowright & c_1 & c_2 & c_3 & \dots & c_p \\ b_1 & \mu_{b_1 c_1} & \mu_{b_1 c_2} & \mu_{b_1 c_3} & \dots & \mu_{b_1 c_p} \\ b_2 & \mu_{b_2 c_1} & \mu_{b_2 c_2} & \mu_{b_2 c_3} & \dots & \mu_{b_2 c_p} \\ b_3 & \mu_{b_3 c_1} & \mu_{b_3 c_2} & \mu_{b_3 c_3} & \dots & \mu_{b_3 c_p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_m & \mu_{b_m c_1} & \mu_{b_m c_2} & \mu_{b_m c_3} & \dots & \mu_{b_m c_p} \end{array} \end{array}$$

Obtain two matrices of incidences, which have elements, the set B in common:

$$\tilde{M} = \begin{array}{c} \curvearrowright \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_n \end{array} \begin{array}{cccc} b_1 & b_2 & b_3 & \dots & b_m \\ \mu_{a_1 b_1} & \mu_{a_1 b_2} & \mu_{a_1 b_3} & \dots & \mu_{a_1 b_m} \\ \mu_{a_2 b_1} & \mu_{a_2 b_2} & \mu_{a_2 b_3} & \dots & \mu_{a_2 b_m} \\ \mu_{a_3 b_1} & \mu_{a_3 b_2} & \mu_{a_3 b_3} & \dots & \mu_{a_3 b_m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_{a_n b_1} & \mu_{a_n b_2} & \mu_{a_n b_3} & \dots & \mu_{a_n b_m} \end{array}$$

$$\tilde{N} = \begin{array}{c} \curvearrowright \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \vdots \\ b_m \end{array} \begin{array}{cccc} c_1 & c_2 & c_3 & \dots & c_p \\ \mu_{b_1 c_1} & \mu_{b_1 c_2} & \mu_{b_1 c_3} & \dots & \mu_{b_1 c_p} \\ \mu_{b_2 c_1} & \mu_{b_2 c_2} & \mu_{b_2 c_3} & \dots & \mu_{b_2 c_p} \\ \mu_{b_3 c_1} & \mu_{b_3 c_2} & \mu_{b_3 c_3} & \dots & \mu_{b_3 c_p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_{b_m c_1} & \mu_{b_m c_2} & \mu_{b_m c_3} & \dots & \mu_{b_m c_p} \end{array}$$

Graphs of incidents associated $\mu(a_i, b_j)$ and $\mu(b_j, c_p)$ with each of the two matrices would be:



Where above each arrow indicates the numerical value of $\mu(a_i, b_j)$ showing the level of incidence of a_i about b_j . From here, there are two incidence relations \tilde{M} and \tilde{N} that can regarded as fuzzy subsets AxB and BxC respectively. The mathematical operator that allows establishes the impact of A on C is max-min composition. In fact, when starting from \tilde{M} and \tilde{N} can pose a \tilde{P} new incidence relation between elements A and C defined by: $\tilde{P} = \tilde{M} \circ \tilde{N}$, where the \circ represents precisely the maxmin composition. The composition of two uncertain relations is such that $\forall (a_i, c_p) \in Ax C, \mu(a_i, c_p)_{\tilde{M} \circ \tilde{N}} = \bigvee_{b_j} (\mu_{\tilde{M}}(a_i, b_j) \wedge \mu_{\tilde{N}}(b_j, c_p))$. We can therefore say that the matrix P defines the causality relations between the elements of the first set A and elements the third group C , the intensity or degree that carries the consideration of the elements belonging to set B .

After a brief discussion of the methodology used to Links of incidence having considered three item sets, we intend to propose a methodology aimed at finding the cause-effect relationships which are hidden when a study of causality between different elements. We began our approach to the existence of a direct effect relationship, in a cause-effect matrix uncertainty defined by two sets of elements: $A = \{a_i / i = 1, 2, \dots, n\}$, which act as causes; $B = \{b_j / j = 1, 2, \dots, m\}$, which act as effects and a causal relationship defined by the matrix \tilde{M} of dimension $n \times m$: $[\tilde{M}] = \{\mu_{a_i, b_j} \in [0,1] / i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m\}$, being the μ_{a_i, b_j} , the values of the characteristic function of membership of each of the elements of the matrix $[\tilde{M}]$ (formed by the rows corresponding to the elements of the set A -causes - and the columns for the elements of set B -effects).

Then we could then say that the matrix \tilde{M} is composed the estimates about the effect all the elements of set A have on the elements of set B . The most significant is the relationship of incidence, the higher the valuation assigned to each of the elements of the matrix. In our case, since we started from the fact that the characteristic function of membership should belong to the interval $[0,1]$, we understand that the bigger the ratio of incidence closer to 1 will be the rating assigned. And conversely, the weaker is considered a causal link between two elements, the closer to 0 the corresponding valuation.

We emphasize the fact that the initial matrix \tilde{M} is made from the direct causal relationships, in the first generation. Our goal is based on obtaining a new incidence matrix, it reflects not only the direct causal link, but those who, although not obvious, and sometimes there are fundamental for assessing phenomena. To achieve this goal is necessary to provide devices that make possible the fact that different causes can have effects on themselves and at the same time allowing that certain effects can also lead to effects on themselves. For this reason it is necessary to build two additional incidents relations, which reap the potential effects arising from causes, relate to each other, on the one hand, and purpose with each other. These two auxiliary matrices are square matrices which are expressed: $[\tilde{A}] = \{\mu_{a_i, a_j} \in [0,1]/i, j = 1, 2, \dots, n\}$, and $[\tilde{B}] = \{\mu_{b_i, b_j} \in [0,1]/i, j = 1, 2, \dots, m\}$. The matrix $[\tilde{A}]$ shows the incidence relations that can occur between each of the elements that act as causes and the matrix $[\tilde{B}]$ does respectively among the elements that act as effects. Both $[\tilde{A}]$ $[\tilde{B}]$ agree on the fact that both are reflexive matrices, in $\mu_{a_i, a_j} = 1 \forall i = 1, 2, \dots, n$; and $\mu_{b_i, b_j} = 1 \forall i = 1, 2, \dots, m$.

And it means that an item is cause or effect, affects the maximum presumption itself. In consideration or $[\tilde{A}]$ or $[\tilde{B}]$ are symmetric matrices, in there is at least a pair of subscripts $i, j, i \neq j$ so that: $\mu_{a_i, a_j} \neq \mu_{a_j, a_i}$ and $\mu_{b_i, b_j} \neq \mu_{b_j, b_i}$. Once built the matrices $[\tilde{M}]$, $[\tilde{A}]$ and $[\tilde{B}]$, it proceed to the establishment of direct and indirect incidents in which, in turn, involved some cause or effect brought. To do so proceed to the max-min composition of three matrices: $[\tilde{A}] \circ [\tilde{M}] \circ [\tilde{B}] = [\tilde{M}^*]$. The order of composition always must allow matching number of elements in the row of the first array with the number column element of the second array. The result obtained will be a new matrix $[\tilde{M}^*]$ identifying incidents between causes and effects of second generation, in relations initial causal affected by the possible impact brought by some cause or an effect. In this regard we have:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} \curvearrowright \\ \begin{array}{c} a_1 \quad a_2 \quad \dots \quad a_n \\ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & \mu_{a_1 a_2} & \dots & \mu_{a_1 a_n} \\ \hline \mu_{a_2 a_1} & 1 & \dots & \mu_{a_2 a_n} \\ \hline \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \hline \mu_{a_n a_1} & \mu_{a_n a_2} & \dots & 1 \\ \hline \end{array} \end{array} \end{array} \circ \begin{array}{c} \curvearrowright \\ \begin{array}{c} b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_m \\ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \mu_{a_1 b_1} & \mu_{a_1 b_2} & \dots & \mu_{a_1 b_m} \\ \hline \mu_{a_2 b_1} & \mu_{a_2 b_2} & \dots & \mu_{a_2 b_m} \\ \hline \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \hline \mu_{a_n b_1} & \mu_{a_n b_2} & \dots & \mu_{a_n b_m} \\ \hline \end{array} \end{array} \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} \curvearrowright \\ \begin{array}{c} b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_m \\ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & \mu_{b_1 b_2} & \dots & \mu_{b_1 b_m} \\ \hline \mu_{b_2 b_1} & 1 & \dots & \mu_{b_2 b_m} \\ \hline \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \hline \mu_{b_m b_1} & \mu_{b_m b_2} & \dots & 1 \\ \hline \end{array} \end{array} \end{array} = \begin{array}{c} \curvearrowright \\ \begin{array}{c} b_1 \quad b_2 \quad \dots \quad b_m \\ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \bar{\mu}_{a_1 b_1} & \bar{\mu}_{a_1 b_2} & \dots & \bar{\mu}_{a_1 b_m} \\ \hline \bar{\mu}_{a_2 b_1} & \bar{\mu}_{a_2 b_2} & \dots & \bar{\mu}_{a_2 b_m} \\ \hline \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \hline \bar{\mu}_{a_n b_1} & \bar{\mu}_{a_n b_2} & \dots & \bar{\mu}_{a_n b_m} \\ \hline \end{array} \end{array} \end{array}
 \end{array}$$

There are several possibilities to detect indirect effects. In this case, we use is to find the arithmetic difference $[\tilde{M}^*] - [\tilde{M}] = [\tilde{\gamma}]$. If we believe that $[\tilde{M}^*]$, take the cumulative effects of first and second generation and $[\tilde{M}]$, represent the direct effects, the subtraction result will show the level achieved forgotten effects.

Experimentation

It started from the assumption that environmental indicators can be used to investigate basic common points of different sectors in order to be comparable, however after a study performed earlier in our conclusion we determine it is difficult to compare even in the same organization following the change of the different productions and therefore difficult to objective analysis.

The assessment of the impact of one sector over another is wholly subjective, and therefore hardly measurable and evaluable to assess the relationships between different sectors endecadarian scale was used as follows:

- 0: no impact
- 0,1: virtually no effect
- 0,2: almost no effect
- 0,3: very low effect
- 0,4: low effect
- 0,5: medium effect
- 0,6: significant effect
- 0,7: very significant effect
- 0,8: strong effect
- 0,9: very strong effect
- 1: the highest effect

The sectors covered are

- Services
- Tourism
- Chemical
- Plastic
- Other (any sector not included in our study)
- Metal
- Waste Manager
- Electronics
- Transportation
- Textile
- Automotive
- Pharmacist
- Food
- Construction
- Graphic Arts
- Leather
- Paper
- Cement
- Ceramic
- Extractive
- Intermediary Trade
- Research and technical services
- Social and Leisure Activities
- Retail Trade

With these 24 sectors have been 552 assessments of the experts ($24 * 24 - 24$) due to being a reflexive square matrix, its diagonal will be 1. Since each sector strikes himself with "the greatest impact". The question that each expert had to consider was: To what extent each environmental management of each of the sectors (causes) focuses on environmental management in other sectors (effect)? Taking into account that the incidence is interpreted from used as inputs in their production processes waste from other sectors (products of their environmental management) and environmental impacts (a residue of an impact on the sector generates strict environmental management of another sector, like the case of the waste sector chemical, which impacts the sector of mineral water bottlers in the hospitality industry and tourism area). The relationship of incidence, taking into account the idea of effects of the elements of a set of other elements or themselves, involves the use of an array endecadarian scale indicated above, since the impact of its own definition is an assessment subjective, is considered a fuzzy matrix as it is clear that each sector

affects differently in other sectors, this will allow us to assess the overall importance of each sector. Once constructed the direct impact matrix, use the query "experts" in this case, people involved in the field of management in order not to undermine to any particular sector, with the outcome of these consultations will be used recovery technique neglected effects, which is considered adequate for the intermediate incident to discover the causes intermediary in the effects not taken into account.

Unable to bring together experts from all sectors for a joint opinion, it was necessary to work with experts who possessed a global picture of the concept, focusing on a work environment in Catalonia, this is due to perform later this same study with specialists from other communities antonyms and recently concluded that a comparison between different communities and in their own areas. The experts consulted were;

- Manel Amado i Martí. Cambra de Sabadell, economist and planner, specializing in trade and distribution.
- Montserrat López, an expert in implementation of Integrated Quality Systems, Environment and Prevention in the industry.
- Hilda Weissmann, Ajuntament de Barcelona, an expert in environmental education and pedagogy.
- Ana Año Luna, Biology, Environmental Education Degree. Diploma in Environmental Impact Assessment of the Environmental Audit (UNESCO)
- Frederic Moreno Julian, business consultant, collaborator and member of the monitoring committee of the Agenda 21 for La Garriga (economy related to the waste sector)

With the data provided by our expert group has issued in this case their valuations for direct effects, these are calculated by taking an arithmetic average of the different ratings, making it possible to built the matrices $[\tilde{M}]$, $[\tilde{A}]$ and $[\tilde{B}]$, it proceed to the establishment of direct and indirect incidents in which, in turn, involved some cause or effect brought; see in figures 1-2-3:

Insert figure 1 about here

Insert figure 2 about here

Insert figure 3 about here

To do so proceed to the max-min composition of three matrices: $[\tilde{A}] \circ [\tilde{M}] \circ [\tilde{B}] = [\tilde{M}^*]$. The result obtained will be a new matrix $[\tilde{M}^*]$ identifying incidents between causes and effects of second generation, in relations initial causal affected by the possible impact brought by some cause or an effect; see in figure 4:

Insert figure 4 about here

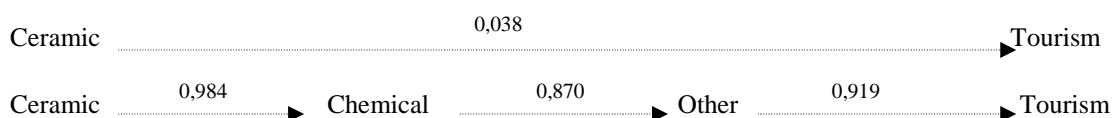
In order to detect the forgotten effects, is necessary to find the arithmetic difference $[\tilde{M}^*] - [\tilde{M}] = [\tilde{\gamma}]$, in this case, we can obtain a new matrix, which shows the forgotten effects in our relationships; see in figure 5:

Insert figure 5 about here

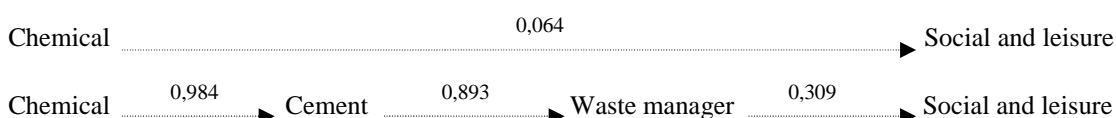
In the table 1, we are considered, the forgotten effects of second generation:

<i>Sector (Cause)</i>	<i>Sector (Effect)</i>	<i>Valuation</i>
<i>Ceramic</i>	<i>Tourism</i>	<i>0,832</i>
<i>Chemical</i>	<i>Social and Leisure</i>	<i>0,828</i>
<i>Chemical</i>	<i>Textile</i>	<i>0,815</i>
<i>Cement</i>	<i>Tourism</i>	<i>0,781</i>
<i>Cement</i>	<i>Textile</i>	<i>0,781</i>
<i>Paper</i>	<i>Textile</i>	<i>0,761</i>
<i>Metal</i>	<i>Intermediary Trade</i>	<i>0,759</i>
<i>Cement</i>	<i>Social and Leisure</i>	<i>0,752</i>
<i>Ceramic</i>	<i>Retail Trade</i>	<i>0,741</i>
<i>Plastic</i>	<i>Pharmacist</i>	<i>0,741</i>
<i>Plastic</i>	<i>Waste manager</i>	<i>0,711</i>
<i>Food</i>	<i>Research and Tech</i>	<i>0,704</i>
<i>Metal</i>	<i>Other</i>	<i>0,704</i>

For example, in the higher valuation, is no direct effect between the ceramic and tourism (0,038); however it is considered that as there is an interaction between the ceramic and the chemical sector, which in turn has an impact with other and this with tourism.

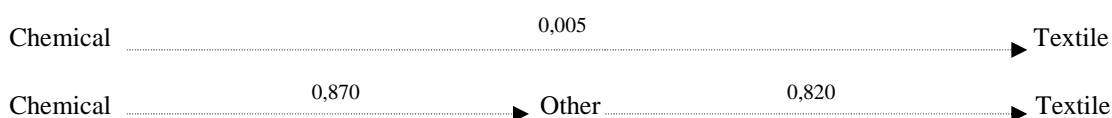


The same applies to chemical and Social Leisure.



It is noted that experts believe that the chemical sector has a great influence on cement sector, and this on the waste manager, which in turn affects the social and leisure in Catalonian economy

So there is virtually no direct impact from the chemical sector textile activities (0,005), however it is considered that as there is an interaction between chemical and other and east with textile.



Subsequently, they could develop other relationships to end our study.

Note: To develop these relationships, we use FuzzyLog Software. Free available in <http://www.fuzzyeconomics.com/jaimetil.html>

Conclusions

The purpose of this study was to firstly, develop a model that illustrated how influences are interpreted and then shaped by an economy into its commitment towards CSER and, secondly, to then apply this model using a case study of Catalan economy.

After analyzing the data obtained we can determine which should be further in a study on environmental management of different factors such as global environment and the management of each of the factors affecting indirectly to another sector. As has been seen in the result through the forgotten effects are 13 cases with an incidence less than 0,7 (very significant effect) are not originally considered. It would be therefore very important approach to assess the environmental management does not result directly in the environment, but as environmental management affects the entire economy. For this, it would be important to reconcile the environmental management of the various sectors, through legislation or overall environmental plans.

In future research, we expect first is the development of the model with data from other regions in Spain as in this study only used data from Catalan companies. Second, in this paper, we presented a conceptual model of the forgotten effects cause and effect relationships on CSER that can be developed in future studies addressing other fuzzy algorithms that complement or compare existing data. The influences can determine the necessary mechanisms to help us understand and further develop the principles of the CSER. Support for this argument comes from critics who argue that management of social and environmental issues is a cultural construct that requires solid understanding of the complex interactions between the natural and social sciences.

References

- Aragón Correa, J.A., (1998a), "Strategic proactivity and firm approach to the natural environment", *Academy of Management Journal*, Vol. 41, No. 5, pp. 556-567.
- Aragón Correa, J.A., (1998b), "La empresa y el medio ambiente: Un esquema de integración estratégica", *Cuadernos Económicos de Granada*, Vol. 8, pp. 107-120.
- Céspedes-Lorente, J., Burgos-Jiménez, J., Álvarez Gil, M.J., (2003), "Stakeholders, environmental influence: an empirical analysis in the Spanish hotel industry", *Scandinavian Journal of Management*, Vol. 19 No.3, pp. 333-358.
- European Commission. (2001), "Green paper promoting a European framework for corporate social responsibility".
- European Commission, (2002), "Corporate social responsibility: a business contribution to sustainable development", Directorate for Employment and Social Affairs, Unit D.I.
- European Commission. (2004), "ABC of the main instruments of corporate social responsibility".
- Forética (2008), "Informe Forética 2008. Evolución de la responsabilidad Social de las Empresas en España", Foro para la Evaluación de la Gestión Ética, Madrid.
- Frederick, W.C., (2006). "Corporation, Be Good! The Story of Corporate Social Responsibility. Indianapolis: Dog Ear".
- Fundación entorno, empresa y medio ambiente (2009), "Informe 2009 de la Gestión Medioambiental en la Empresa Española", Madrid.
- Gento, A., Lazzary, L., Machado, E., (2001), "Reflexiones acerca de las matrices de incidencia y la recuperación de efectos olvidados", *Cuadernos del CIMBAGE*, Vol. 4, pp. 49-27.
- Gil Aluja, J., (1999), *Elementos para una teoría de la decisión en la incertidumbre*, Ed. Milladoiro, Santiago de Compostela (España).
- Gil, A.M, (2005), *Fuzzy logic in financial analysis*, Ed. Springer Verlag, Berlin (Germany).
- Gil, A.M, Vizuete, E., García, A., Boria, S., (2009), "El desempeño medioambiental en los indicadores de la RSC", Proceedings of the 3rd. ACCID Conference, Barcelona, available at: <http://www.accid.org>.
- Gil, A.M, Vizuete, E., Boria, S., (2010), "A Tool for Objectives Definition in the MKDD Methodology for Data Mining Studies", *World Scientific Proceedings Series in Computer Engineering and Information Science*, Vol. 3, pp. 49-57.
- Kaufmann, A., Gil Aluja, J., (1988), *Modelos para la investigación de efectos olvidados*, Ed. Milladoiro, Santiago de Compostela (España).
- Lynes, J.K., Andrachuk, M., (2008), "Motivations for corporate social and environmental responsibility: A case study of Scandinavian Airlines", *Journal of International Management*, Vol. 14, pp. 377-390.
- Maignan, I., Ferrell, O.C., (2004). "Corporate social responsibility and marketing: An integrative framework", *Academy of Marketing Science Journal*, Vol. 32 No.1, pp. 3-19.

Miles, M.P., Munilla, L.S., McClurg, T., (1999), “The impact of ISO14000 environmental management standards on small and medium sized enterprises”, *Journal of Quality Management*, Vol 4 No.1, pp. 111–122.

Porter, M.E., Kramer, M.R., (2002), “The competitive advantage of corporate philanthropy”, *Harvard Business Review*, Vol. 80 No.12, pp.56–68.

Porter, M.E., Kramer, M.R., (2006), “Strategy and society: the link between competitive advantage and corporate social responsibility”, *Harvard Business Review*, Vol.84 No.12, pp.78–92.

Rothenberg, S., Pil, F., Maxwell, J., (2001), “Lean, green and the quest for superior environmental performance”, *Production and Operations Management*, Vol. 10 No.3, pp. 228–243.

Vogel, D., (2005), *The Market for Virtue: The Potential and Limits of Corporate Social Responsibility*, Brooking Institution Press, Washington.

Appendix

$[\tilde{A}]$

Cause

	<i>Chemical</i>	<i>Plastic</i>	<i>Metal</i>	<i>Automotive</i>	<i>Food</i>	<i>Paper</i>	<i>Cement</i>	<i>Ceramic</i>	<i>Extractive</i>
<i>Chemical</i>	1,000	0,537	0,754	0,683	0,712	0,735	0,975	0,331	0,082
<i>Plastic</i>	0,826	1,000	0,772	0,822	0,451	0,348	0,045	0,497	0,331
<i>Metal</i>	0,142	0,100	1,000	0,711	0,717	0,039	0,375	0,843	0,784
<i>Automotive</i>	0,804	0,917	0,919	1,000	0,893	0,895	0,533	0,508	0,848
<i>Food</i>	0,433	0,767	0,595	0,003	1,000	0,617	0,102	0,357	0,040
<i>Paper</i>	0,220	0,563	0,259	0,016	0,919	1,000	0,261	0,892	0,464
<i>Cement</i>	0,717	0,661	0,631	0,580	0,153	0,030	1,000	0,864	0,962
<i>Ceramic</i>	0,984	0,251	0,456	0,335	0,377	0,400	0,751	1,000	0,915
<i>Extractive</i>	0,728	0,567	0,980	0,452	0,239	0,198	0,896	0,836	1,000

Figure 1

$[\tilde{B}]$

Effect

	Services	Tourism	Other	Waste manager	Electronics	Transportation	Textile	Pharmacist	Construction	Graphic arts	Leather	Intermediary Trade	Research and technical services	Social and Leisure Activities	Retail Trade
Chemical	0,668	0,572	0,870	0,310	0,484	0,645	0,005	0,097	0,258	0,540	0,405	0,282	0,645	0,064	0,478
Plastic	0,727	0,586	0,516	0,106	0,774	0,143	0,587	0,046	0,400	0,788	0,234	0,840	0,350	0,327	0,291
Metal	0,698	0,839	0,136	0,201	0,218	0,599	0,783	0,162	0,440	0,195	0,692	0,023	0,780	0,610	0,695
Automotive	0,629	0,610	0,240	0,794	0,816	0,903	0,644	0,786	0,830	0,242	0,644	0,895	0,247	0,628	0,813
Food	0,695	0,397	0,717	0,457	0,411	0,413	0,215	0,215	0,339	0,741	0,661	0,967	0,022	0,433	0,981
Paper	0,464	0,853	0,708	0,901	0,579	0,805	0,059	0,732	0,177	0,973	0,700	0,832	0,690	0,318	0,893
Cement	0,141	0,058	0,734	0,893	0,245	0,620	0,039	0,152	0,879	0,454	0,228	0,111	0,416	0,139	0,281
Ceramic	0,619	0,038	0,840	0,754	0,116	0,626	0,488	0,363	0,822	0,751	0,123	0,313	0,105	0,451	0,117
Extractive	0,398	0,218	0,500	0,335	0,457	0,553	0,342	0,614	0,721	0,795	0,155	0,462	0,245	0,227	0,364

Figure 2

$[\tilde{M}]$

Effect

	Services	Tourism	Other	Waste manager	Electronics	Transportation	Textile	Pharmacist	Construction	Graphic arts	Leather	Intermediary Trade	Research and technical services	Social and Leisure Activities	Retail Trade
Services	1,000	0,971	0,742	0,850	0,860	0,361	0,867	0,301	0,662	0,467	0,644	0,989	0,882	0,380	0,351
Tourism	0,935	1,000	0,285	0,328	0,462	0,525	0,567	0,264	0,332	0,800	0,202	0,415	0,166	0,732	0,283
Other	0,167	0,919	1,000	0,180	0,740	0,153	0,820	0,784	0,560	0,249	0,777	0,022	0,709	0,222	0,859
Waste manager	0,220	0,702	0,164	1,000	0,341	0,018	0,091	0,642	0,669	0,454	0,622	0,359	0,226	0,891	0,626
Electronics	0,744	0,306	0,088	0,905	1,000	0,466	0,410	0,304	0,205	0,480	0,218	0,061	0,174	0,104	0,447
Transportation	0,711	0,856	0,699	0,502	0,693	1,000	0,413	0,337	0,066	0,664	0,796	0,637	0,199	0,506	0,812
Textile	0,245	0,970	0,935	0,309	0,668	0,200	1,000	0,521	0,212	0,590	0,921	0,885	0,071	0,848	0,823
Pharmacist	0,523	0,603	0,002	0,918	0,864	0,526	0,071	1,000	0,037	0,308	0,052	0,856	0,104	0,296	0,977
Construction	0,475	0,092	0,119	0,352	0,036	0,678	0,622	0,083	1,000	0,672	0,592	0,684	0,247	0,309	0,489
Graphic arts	0,981	0,484	0,201	0,465	0,127	0,211	0,702	0,932	0,431	1,000	0,556	0,460	0,215	0,794	0,360
Leather	0,397	0,618	0,852	0,689	0,369	0,602	0,901	0,021	0,670	0,328	1,000	0,868	0,205	0,591	0,841
Intermediary Trade	0,956	0,953	0,892	0,404	0,537	0,980	0,767	0,369	0,136	0,017	0,263	1,000	0,266	0,621	0,972
Research and technical services	0,777	0,263	0,481	0,143	0,322	0,134	0,278	0,863	0,782	0,324	0,377	0,218	1,000	0,309	0,833
Social and Leisure Activities	0,800	0,822	0,655	0,580	0,572	0,903	0,494	0,280	0,220	0,269	0,259	0,203	0,148	1,000	0,553
Retail Trade	0,834	0,448	0,510	0,886	0,549	0,960	0,299	0,358	0,214	0,068	0,311	0,541	0,251	0,489	1,000

Figure 3

$[\tilde{M}^*]$															
	Services	Tourism	Other	Waste manager	Electronics	Transportation	Textile	Pharmacist	Construction	Graphic arts	Leather	Intermediary Trade	Research and technical services	Social and Leisure Activities	Retail Trade
Effect															
Cause															
Chemical	0,754	0,870	0,870	0,893	0,740	0,735	0,820	0,784	0,879	0,754	0,777	0,754	0,754	0,891	0,859
Plastic	0,840	0,840	0,840	0,816	0,816	0,840	0,820	0,788	0,822	0,788	0,796	0,840	0,772	0,794	0,840
Metal	0,839	0,840	0,840	0,754	0,740	0,717	0,820	0,784	0,822	0,800	0,783	0,783	0,780	0,784	0,840
Automotive	0,895	0,895	0,892	0,895	0,816	0,903	0,804	0,895	0,830	0,895	0,796	0,895	0,780	0,891	0,895
Food	0,956	0,953	0,892	0,886	0,767	0,967	0,767	0,767	0,662	0,767	0,717	0,967	0,727	0,767	0,981
Paper	0,973	0,919	0,892	0,901	0,740	0,919	0,820	0,932	0,822	0,973	0,796	0,919	0,709	0,891	0,919
Cement	0,795	0,840	0,840	0,893	0,740	0,678	0,820	0,795	0,879	0,795	0,777	0,684	0,709	0,891	0,840
Ceramic	0,795	0,870	0,870	0,754	0,740	0,678	0,820	0,795	0,822	0,795	0,777	0,684	0,709	0,794	0,859
Extractive	0,839	0,839	0,836	0,893	0,740	0,695	0,820	0,795	0,879	0,800	0,783	0,783	0,780	0,891	0,836

Figure 4

$[\tilde{\gamma}]$															
	Services	Tourism	Other	Waste manager	Electronics	Transportation	Textile	Pharmacist	Construction	Graphic arts	Leather	Intermediary Trade	Research and technical services	Social and Leisure Activities	Retail Trade
Effect															
Cause															
Chemical	0,086	0,299	0,000	0,582	0,256	0,090	0,815	0,687	0,621	0,214	0,372	0,472	0,109	0,828	0,381
Plastic	0,114	0,254	0,324	0,711	0,042	0,697	0,233	0,741	0,422	0,000	0,562	0,000	0,422	0,467	0,549
Metal	0,140	0,001	0,704	0,553	0,522	0,119	0,037	0,623	0,382	0,605	0,091	0,759	0,000	0,174	0,144
Automotive	0,267	0,285	0,652	0,101	0,000	0,000	0,159	0,109	0,000	0,653	0,152	0,000	0,532	0,263	0,082
Food	0,261	0,556	0,175	0,429	0,355	0,553	0,552	0,551	0,323	0,025	0,056	0,000	0,704	0,334	0,000
Paper	0,509	0,065	0,184	0,000	0,161	0,113	0,761	0,200	0,646	0,000	0,096	0,086	0,019	0,574	0,026
Cement	0,654	0,781	0,106	0,000	0,495	0,059	0,781	0,643	0,000	0,341	0,549	0,573	0,293	0,752	0,558
Ceramic	0,176	0,832	0,031	0,000	0,624	0,052	0,331	0,432	0,000	0,044	0,654	0,372	0,605	0,343	0,741
Extractive	0,440	0,621	0,337	0,558	0,284	0,143	0,478	0,180	0,158	0,005	0,628	0,321	0,535	0,664	0,472

Figure 5

5.3. Artículo aceptado pendiente de publicación en la *Technological and Economic Development of Economy*

DECISION MAKING IN THE ASSIGNMENT PROCESS BY USING THE HUNGARIAN ALGORITHM WITH OWA OPERATORS

Emili Vizuete, José M. Merigó, Anna M. Gil-Lafuente, Sefa Boria

*Department of Business Administration, University of Barcelona,
Av. Diagonal 690, 08034, Barcelona, Spain;
Manchester Business School, University of Manchester,
Booth Street West, M15 6PB, Manchester, UK*

Email: evizuetel@ub.edu (corresponding author), jose.merigolindahl@mbs.ac.uk, amgil@ub.edu, jboriar@ub.edu

Abstract. Assignment processes permit to coordinate two set of variables so each variable of the first set is connected to another variable of the second set. This paper develops a new assignment algorithm by using a wide range of aggregation operators in the Hungarian algorithm. A new process based on the use of the ordered weighted averaging distance (OWAD) operator and the induced OWAD (IOWAD) operator in the Hungarian algorithm is introduced. We refer to it as the Hungarian algorithm with the OWAD operator (HAOWAD) and the Hungarian algorithm with the IOWAD operator (HAIOWAD). The main advantage of this approach is that we can provide a parameterized family of aggregation operators between the minimum and the maximum. Thus, the information can be represented in a more complete way. Furthermore, we also present a general framework by using generalized and quasi-arithmetic means. Therefore, we can consider a wide range of particular cases including the Euclidean and the Minkowski distance. The paper ends with a practical application of the new approach in a financial decision making problem regarding the assignment of investments.

Keywords: Uncertainty modelling; OWA operators; Hungarian algorithm; Assignment theory; Distance measure.

JEL classification: C43, C44, D81, G11

Introduction

In real life, the distance measure is usually used to calculate the deviations between different arguments. After doing an extensive literature review, we have found a great variety of distance measures. Among the existing ones, we observe that the Hamming distance is widely used by researchers in various fields of science. For example, De Luca and Termini (1972) and Kaufman (1975) used it for measuring the entropy of fuzzy sets. Gil-Aluja (1999) applied it in human resource management. Note that a very useful survey about different decision-making methods can be found in Figueira et al. (2005). Usually when dealing with distance measures it is necessary to aggregate them by using an aggregation operator. One of the most common aggregation operators is the weighted average. It aggregates the information giving different degrees of importance to the elements. It has been applied in an incredibly wide range of aggregation operators. Another contribution that we can consider, very useful for the realization of our study, is the ordered weighted average (OWA) operator (Yager 1988; Yager, Kacprzyk 1997). It provides a parameterized family of aggregation operators between the minimum and the maximum. Since its introduction it has been studied by different authors. For example, Canós and Liern (2008) and Merigó and Gil-Lafuente (2011) developed a flexible decision support system in human resource management, Xu and Chen (2008b) studied priority weights from interval fuzzy preference relations, Yager (1993) developed different families of OWA operators and Yager et al. (2011) presented an updated overview concerning the main trends in this field.

In recent years, it has appeared an interesting alternative which represents a generalization of OWA operators called the induced OWA (IOWA) operator (Yager 2003; Yager, Filev 1999). The main advantage is the reorganization of the information through the use of induced variables. Since its inception, it has been developed by several authors including the generalization of Merigó and Gil-Lafuente (2009) by using generalized and quasi-arithmetic means, intuitionistic fuzzy sets (Atanassov 1986; Xu, Xia 2011) and fuzzy numbers (Wei *et al.* 2010).

A further interesting approach is the ordered weighted averaging distance (OWAD) operator (Merigó and Gil-Lafuente 2010; Xu, Chen 2008a). It is a distance measure that provides a parameterized family of distance aggregation operators between the minimum distance and the maximum distance. The OWAD operator can be generalized by using order inducing variables in the reordering process of the information forming the induced OWAD (IOWAD) operator (Merigó, Casanovas 2011a). Further generalizations are possible by using other techniques such as the Euclidean distance (Merigó, Casanovas 2011b), the Minkowski distance (Merigó, Casanovas 2011c), the adequacy coefficient (Merigó *et al.* 2011a), the index of maximum and minimum level (Merigó *et al.* 2011b), moving averages (Merigó, Yager 2013), probabilities (Merigó 2013; Merigó *et al.* 2013), interval numbers (Zeng *et al.* 2013) and intuitionistic fuzzy sets (Zeng, Su 2011).

In this paper, we present a new model for the assignment process by using the Hungarian method (Kuhn 1955). Note that in the literature there are a lot of methods for dealing with the assignment process (Kuhn 2012; Lawler, Wood 1966). We introduce the use of the OWAD operator in this framework. The main advantage is that we can provide a more complete representation of this process considering results from the minimum distance to the maximum one. Therefore, we can consider several pessimistic and optimistic attitudes of the decision maker in order to obtain a more efficient decision. Next, we introduce a further generalization by using the IOWAD operator. Thus, we can assess the aggregation considering complex reordering processes that deals with high degrees of uncertainty in the information. We also analyze a wide range of particular cases included in this aggregation process such as the minimum distance, the normalized Hamming distance and the weighted Hamming distance.

We also develop an application in financial management. We analyze the optimal assignment of financial products for each decision maker according to his attitudinal character. We see that we can use a wide range of OWAD and IOWAD operators from the minimum distance to the maximum one. Note that each particular case may provide different results leading to a different assignment process. The main advantage of this approach is that it provides a more complete picture of all the possible scenarios. Thus, the decision maker can consider the entire available situation and select the alternative that is in closest accordance with his interest.

This work is structured as follows: In section 1 we present the preliminary concepts. In Section 2, we suggest a new approach for dealing with the Hungarian Algorithm by using the OWAD, the IOWAD and the GOWAD operators. Section 3 analyzes the applicability of this framework in financial management. Finally in the Conclusions we summarize the main results of this paper.

1. Theoretical foundations

In this section, we present the theoretical definitions and theorems related to the OWA operator and the Hungarian method.

1.1. The OWA operator

The OWA operator was introduced by Yager (1988). It provides a parameterized family of aggregation operators that has been used by many authors (Belles *et al.* 2013; Cheng *et al.* 2009; Dong *et al.* 2010; Karayiannis 2000). The principal advantage of the OWA operator is that it reorders arguments based on their values. The weights are associated with a particular position in the ordering. This reordering process introduces nonlinearity into an otherwise linear process. It can be defined as follows:

Definition 1. An OWA operator of dimension n is a mapping OWA: $\mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ that has an associated weighting vector $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ with $w_j \in [0,1]$ and $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ such that

$$OWA(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j, \quad (1)$$

where b_j is the j th largest of (a_1, a_2, \dots, a_n) .

The OWA operator is commutative, monotonic, bounded and idempotent. Since its introduction, it has been studied by a lot of authors. For further reading see, for example Merigó and Wei (2011); Yager and Kacprzyk (1997) and Yager *et al.* (2011).

1.2. The induced OWA operator

If we use order inducing variables in the reordering step of the aggregation, we can obtain the induced OWA operator (IOWA) (Yager, Filev 1999). Since its appearance, some researchers have used this induced operator. For example, Merigó and Gil-Lafuente (2009) developed a generalization by using generalized and quasi-arithmetic means and Xu and Da (2003) introduced a geometric version and applied it in group decision making. The IOWA operator represents an extension of the first. Its main difference is that the reordering step is carried out with order inducing variables. This operator includes a particular case. It can be defined as follows:

Definition 2. An IOWA operator of dimension n is a mapping IOWA: $R^n \times R^n \rightarrow R$ an associated weighting vector w of dimension n with $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ and $w_j \in [0,1]$, and a set of order inducing variables u_i , such that:

$$IOWA (\langle u_1, a_1 \rangle, \langle u_2, a_2 \rangle, \dots, \langle u_n, a_n \rangle) = \sum_{j=1}^n w_j b_j, \quad (2)$$

where b_j is the a_i value or the IOWA pair $\langle u_i, a_i \rangle$ is the j th largest u_i , u_i is the order inducing variable and a_i is the argument variable.

We remark that the IOWA operator is also monotonic, bounded, idempotent and commutative. Note that in the case of ties between order inducing variables in the reordering process, it is necessary to make an adjustment in the aggregation. We recommend the methodology suggested by Yager and Filev (1999) concerning the use of the arithmetic mean between the tied arguments.

1.3. The OWA distance operator

The OWAD operator (Merigó, Gil Lafuente 2010; Xu, Chen 2008a) is an aggregation operator and it is an extension of the traditional normalized Hamming distance by using OWA operators. The purpose of this operator is the reordering of the individual distances according to their values. An interesting advantage of this operator is the possibility of calculating the distance between two fuzzy sets modifying the results according to the interests of the decision maker. It can be defined as follows:

Definition 3. An OWAD operator of dimension n is a mapping OWAD: $[0,1]^n \times [0,1]^n \rightarrow [0,1]$ an associated weighting vector w , with $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ and $w_j \in [0,1]$ such that:

$$OWAD (\langle u_1, u_1^{(k)} \rangle, \langle u_2, u_2^{(k)} \rangle, \dots, \langle u_n, u_n^{(k)} \rangle) = \sum_{j=1}^n w_j D_j, \quad (3)$$

where D_j represents the j th largest of the individual distances $|u_i - u_i^{(k)}|$, with u_i and $u_i^{(k)} \in [0,1]$, and $k = 1, 2, \dots, m$.

It is necessary to remark that this operator can be generalized to all the real numbers R by using OWAD: $R^n \times R^n \rightarrow R$. Because it is possible to distinguish between ascending and descending orders, the weights of these operators are related by $w_j = w_{n-j+1}^*$, where w_j is the j th weight of the descending OWAD (DOWAD) operator and w_{n-j+1}^* the j th weight of the ascending OWAD (AOWAD) operator.

1.4. The induced OWA distance operator

When we use the IOWA operator in the normalization process of the Hamming distance we can obtain the IOWAD operator. Chen and Zhou (2011) presented an approach to group decision making based on this operator, Merigó and Casanovas (2011b) studied its application in financial decision making. The reordering of the individual distances is developed with order inducing variables. In a case of two sets $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ and $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$. It can be defined as follows:

Definition 4. An IOWAD operator of dimension n is a mapping IOWAD: $R^n \times R^n \times R^n \rightarrow R$ with associated weighting vector W , such that $w_j \in [0,1]$ with $W = \sum_{j=1}^n w_j = 1$, according to the following formula:

$$IOWAD (\langle u_1, x_1, y_1 \rangle, \langle u_2, x_2, y_2 \rangle, \dots, \langle u_n, x_n, y_n \rangle) = \sum_{j=1}^n w_j b_j, \quad (4)$$

where b_j is the $|x_i - y_i|$ value of the IOWAD triplet $\langle u_i, x_i, y_i \rangle$ that represents the j th largest u_i , u_i is the order inducing variable and $|x_i - y_i|$ is the argument variable represented in the individual distances.

1.5. The Hungarian method

The Hungarian method (Kuhn 1955) was established as an assignment algorithm used in various fields of science by the diversity of applications that can be performed. In recent years we can highlight the contribution made by Goldberger and Tassa (2008), which sets out the main features of this algorithm.

Let A be a $n \times n$ matrix. The following algorithm finds a permutation $\pi \in S_n$ that minimizes the expression $\sum_i A_{i,\pi(i)}$. In this algorithm, the entries of the matrix A are being modified repeatedly. Zero entries in the modified matrix may be either marked, by a star or by a prime, or unmarked. In addition, each row or column in the matrix may be either covered or uncovered. Initially, there are no starred or primed entries in the matrix and none of the rows or columns is covered:

1. For each row in the matrix A find its minimal entry and subtract it from all entries in that row.
2. For all $1 \leq i, j \leq n$ if $A_{ij} = 0$ then star that zeros entry, unless there is already a starred zero in the same row or in the same column.
3. Cover each column that contains a starred zero. If all columns are covered, go to *Step 7*.
4. Repeat the following procedure until there are no uncovered zeros left and then go to *Step 6*: find an uncovered zero and prime it. If there are no starred zeros in the same row as this primed zero, go to *Step 5*. Otherwise, cover this row and uncover the column containing the starred zero.
5. Construct a series of alternating primed and starred zeros as follows: Let Z_0 be the uncovered primed zero that was found in *Step 4*. Let Z_1 be the starred zero in the column of Z_0 (if any). Let Z_2 be the primed zero in the row of Z_1 (there will always be one). Continue to construct this series of alternating primed and starred zeros until it terminates with a primed zero that has no starred zero in its column. Instead each starred zero of the series, star each primed zero of the series, erase all primes and uncover all rows and columns in the matrix. Go to *Step 3*.
6. Find the smallest uncovered value, add it to every entry in each covered row, and subtract it from every entry in each uncovered column. Go to *Step 4*.
7. At this stage, in each row of the matrix, as well as in each column, there is exactly one starred zero. The positions of the starred zeros describe an optimal permutation $\pi \in S_n$. Output this permutation and stop.

1.6. Fuzzy Hungarian algorithm

The Hungarian algorithm can be used with fuzzy information. For example, Gil Aluja (1999) developed the fuzzy Hungarian algorithm for the efficient assignment of some products based on certain characteristics in different markets.

Developing the Hungarian fuzzy method, based on a distance matrix that we call $[\tilde{Q}]$ or its complementary matrix $[\tilde{R}]$; in order to find the optimal assignment we will start by using a minimum principle.

In most cases these fuzzy relations are not always the same number of rows and columns so they would have to operate with rectangular matrices. For operational reasons, it will be transformed into a square matrix by adding rows or columns needed for introducing fictitious elements, as well as p_{ij} denotes the elements of the matrix, such as if we consider the matrix $[\tilde{Q}]$ or $[\tilde{R}]$.

The algorithm consists of the following steps:

1. Subtract the smallest value in each row or column based on what we have added to make the matrix square. In the case of the rows, we will have $u = \min_j p_{ij}$, obtaining $p_{ij} - u_i = p_{ij} - \min_j p_{ij}$; or $u_j = \min_j p_{ij}$ in the case of columns getting $p_{ij} - u_j = p_{ij} - \min_i p_{ij}$. We apply the same process in each column, $v_j = \min_i (p_{ij} - u_i)$ or row $v_i = \min_j (p_{ij} - u_j)$. This means that at least we have one 0 in each column and row in a matrix whose elements take values $p_{ij} - (u_i - v_j)$ or $p_{ij} - (u_j - v_i)$.
2. We analyze if it is possible to proceed with an assignment in the case that the p_{ij} values of the solution are all zero. If so, we get an optimum. Otherwise is necessary to continue with the process as follows:
 - a) We search for the row of the matrix that contains less zeros.

- b) Mark one of the zeros of each row and delete the other zeros that appear in the row and column to which it belongs the zero we have marked.
- c) Repeat this process as many times as necessary in the rows that has more zeros to be marked.
3. We will get the least number of rows and columns that contain all zeros and we will continue the following process:
 - a) Mark with an arrow \leftarrow the rows that does not exist any zero marked.
 - b) Mark with an arrow \uparrow the columns in which there exists a zero deleted in a row marked with an arrow.
 - c) Indicate with an arrow \leftarrow the rows where there is a zero marked in a column shown with an arrow.
 - d) Repeat steps b) and c) as many times as necessary until we cannot form more rows or columns.
 - e) Draw a line in the rows not marked by arrows and a line in the columns marked by arrows. The result we get constitutes the minimum number of rows and columns with zeros marked or deleted.
4. Eventually, move some zeros. We choose the smallest value of non-marked elements at the matrix. This number is subtracted from the non-marked elements and we sum them to the elements of the marked rows. We obtain a matrix with the elements p_{ij} .
5. With this new matrix whose elements are p_{ij} , return to Step 2 following the same process shown above.

The solution obtained is not unique and it is important to note that we may find other solutions.

2. OWA operators in the Hungarian algorithm

In this section we introduce the new approach. First we analyze the case with the OWAD operator. Next, we extend this approach by using induced aggregation operators. We end the section studying a general framework that uses generalized aggregation operators.

2.1. Using the OWAD operator in the Hungarian algorithm

The Hungarian algorithm is an efficient assignment process. This algorithm is based on the similarity (or dissimilarity) between the elements considered. However, in real world problems, when calculating the similarity, we need to use a technique that permits to do so such as a distance measure. A very common one used in the Hungarian algorithm is the Hamming distance (Hamming 1950). When dealing with similarities, we have to normalize the distance. The most common way for doing so is by using the arithmetic mean where we give the same importance to all the elements obtaining the normalized (or relative) Hamming distance. Another possibility is by using the weighted average where we assume that the elements are not equally important in the aggregation process forming the weighted Hamming distance. For the formulation used in fuzzy set theory, see, for example Kaufmann (1975) and Szmidt and Kacprzyk (2000).

In this paper, we suggest the use of the OWA operator in the normalized process of the Hamming distance. Thus, we use the OWAD operator (Merigó, Gil-Lafuente 2010; Xu, Chen 2008a) in the assignment process. Its main advantage is that we can provide a parameterized family of distance aggregation operators between the minimum and the maximum. Thus, we can analyze several similarity relations from the minimum to the maximum according to our particular attitude in the specific problem considered. It is very useful because we can consider our normal position when forming the similarity relations but at the same time we can under or overestimate this position and see if the results are the same or some important changes may appear when dealing with the assignment process. That is, the assignment process may be different depending on the particular type of OWAD operator used.

When dealing with the OWAD operator, we have to use the following formulation as it has been explained in Definition 3 for two sets $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ and $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$:

$$d(X, Y) = OWAD ((x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)) = \sum_{j=1}^n w_j D_j, \quad (5)$$

where D_j represents the j th largest of the individual distances $|x_i - y_i|$, with x_i and $y_i \in [0, 1]$, $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ and $w_j \in [0, 1]$.

Thus, we have to use it to calculate all the similarity relations between the elements of the set $T = \{T_1, T_2, \dots, T_m\}$ and $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_p\}$, in order to form the matrix $[R]$ as it is shown in Table 1.

Table 1: Similarity relations between T and Z .

	Z_1	Z_2	...	Z_k	...	Z_p
T_1	$d(T_1, Z_1)$	$d(T_1, Z_2)$	...	$d(T_1, Z_k)$	...	$d(T_1, Z_p)$
T_2	$d(T_2, Z_1)$	$d(T_2, Z_2)$	...	$d(T_2, Z_k)$	...	$d(T_2, Z_p)$
[R]	...	...	...	...	...	...
T_h	$d(T_h, Z_1)$	$d(T_h, Z_2)$	...	$d(T_h, Z_k)$	...	$d(T_h, Z_p)$
...
T_m	$d(T_m, Z_1)$	$d(T_m, Z_2)$	...	$d(T_m, Z_k)$	...	$d(T_m, Z_p)$

As can see, we calculate the distance by using the OWAD operator between each T_h and Z_k . Note that with the OWAD operator we can obtain a wide range of results between the minimum and the maximum distance according to our attitude in the aggregation process.

Once we have the similarity relations, it is straightforward to solve the assignment process with the Hungarian algorithm following the Steps 1 – 7 given in Section 1.5. Furthermore, note that it is possible to analyze a wide range of particular cases. The main idea is that the decision maker will use the particular type that is in closest accordance to his interests.

Remark 1. It is possible to distinguish between ascending and descending orders in the OWAD operator. The weights of these operators are related by $w_j = w_{n-j+1}^*$, where w_j is the j th weight of the descending OWAD (DOWAD) operator and w_{n-j+1}^* the j th weight of the ascending OWAD (AOWAD) operator.

Remark 2. Another interesting transformation is possible by using $w_i^* = (1 + w_i)/(n - 1)$. Furthermore, we can also analyze situations with buoyancy measures (Yager, 1993). In this case, we assume that $w_i \geq w_j$, for $i < j$. Note that it is also possible to consider a stronger case known as extensive buoyancy measure where $w_i > w_j$, for $i < j$. Additionally, we can also consider the contrary case, that is, $w_i \leq w_j$, for $i < j$, and the contrary case of the extensive measure $w_i < w_j$, for $i < j$.

Remark 3. The maximum distance is found when $w_1 = 1$ and $w_j = 0$ for all $j \neq 1$ and the minimum distance when $w_n = 1$ and $w_j = 0$ for all $j \neq n$. A generalization of the previous ones is the step-OWAD. It sets $w_k = 1$ and $w_j = 0$ for all $j \neq k$. Note that if $k = 1$, we get the maximum and if $k = n$, the minimum distance.

Remark 4. The normalized Hamming distance is obtained when $w_j = 1/n$ for all j , and the weighted Hamming distance is obtained when the ordered position of i is the same as the ordered position of j .

Remark 5. The olympic-OWAD is generated when $w_1 = w_n = 0$, and for all others $w_{j^*} = 1/(n - 2)$. Following Merigó and Gil-Lafuente (2010), it is possible to develop a general form of the olympic-OWAD by considering that $w_j = 0$ for $j = 1, 2, \dots, k, n, n - 1, \dots, n - k + 1$, and for all others $w_{j^*} = 1/(n - 2k)$, where $k < n/2$.

Remark 6. Moreover, we can develop the contrary case of the previous one by using $w_j = (1/2k)$ for $j = 1, 2, \dots, k, n, n - 1, \dots, n - k + 1$, and $w_j = 0$, for all other values, where $k < n/2$.

Remark 7. Another interesting family is the S-OWAD operator. It can be subdivided into three classes: the “or-like,” the “and-like” and the generalized S-OWAD operators.

- The generalized S-OWAD operator is obtained if $w_1 = (1/n)(1 - (\alpha + \beta)) + \alpha$, $w_n = (1/n)(1 - (\alpha + \beta)) + \beta$, and $w_j = (1/n)(1 - (\alpha + \beta))$ for $j = 2$ to $n - 1$, where $\alpha, \beta \in [0, 1]$ and $\alpha + \beta \leq 1$.
- If $\alpha = 0$, the generalized S-OWAD operator becomes the “and-like” S-OWAD operator.
- If $\beta = 0$, it becomes the “or-like” S-OWAD operator.

A further interesting issue is to analyze some of the main properties of the OWAD operator. It is commutative from the context of an OWA aggregation because $f(\langle u_1, x_1, y_1 \rangle, \dots, \langle u_n, x_n, y_n \rangle) =$

$f(\langle u_1, c_1, d_1 \rangle, \dots, \langle u_n, c_n, d_n \rangle)$, where $(\langle u_1, x_1, y_1 \rangle, \dots, \langle u_n, x_n, y_n \rangle)$, is any permutation of the arguments $(\langle u_1, c_1, d_1 \rangle, \dots, \langle u_n, c_n, d_n \rangle)$. It is also commutative from the context of a distance measure because $f(\langle u_1, x_1, y_1 \rangle, \dots, \langle u_n, x_n, y_n \rangle) = f(\langle u_1, y_1, x_1 \rangle, \dots, \langle u_n, y_n, x_n \rangle)$. Moreover, it is monotonic because if $|x_i - y_i| \geq |c_i - d_i|$, for all i , then $f(\langle u_1, x_1, y_1 \rangle, \dots, \langle u_n, x_n, y_n \rangle) \geq f(\langle u_1, c_1, d_1 \rangle, \dots, \langle u_n, c_n, d_n \rangle)$. It is also bounded since $\min\{|x_i - y_i|\} \leq f(\langle u_1, x_1, y_1 \rangle, \dots, \langle u_n, x_n, y_n \rangle) \leq \max\{|x_i - y_i|\}$. Furthermore, it is idempotent because if $|x_i - y_i| = a$, for all i , then $f(\langle u_1, x_1, y_1 \rangle, \dots, \langle u_n, x_n, y_n \rangle) = a$. It also accomplishes non negativity as $f(\langle u_1, x_1, y_1 \rangle, \dots, \langle u_n, x_n, y_n \rangle) \geq 0$. Finally, it is reflexive since $f(\langle u_1, x_1, x_1 \rangle, \dots, \langle u_n, x_n, x_n \rangle) = 0$.

In order to analyze the aggregation, we can use several measures for characterizing the weighting vector. A very common technique for doing so is the orness measure $\alpha(W)$. It can be defined as follows:

$$\alpha(W) = \sum_{j=1}^n \left(\frac{n-j}{n-1} \right) w_j. \quad (6)$$

As we can see, $\alpha(W) \in [0,1]$. Note that the more of $\alpha(W)$ closer to 1 the more of the weight we locate at the top of W and vice versa.

Another useful measure is the balance operator. It permits to analyze if the balance of the aggregations closer to the minimum or to the maximum. It is defined as follows:

$$Bal(W) = \sum_{j=1}^n \left(\frac{n+1-2j}{n-1} \right) w_j. \quad (7)$$

In this case, $Bal(W) \in [-1,1]$. Note that if $Bal(W)$ is positive, the aggregation tends to the maximum and if it is negative, it tends to the minimum.

2.2. IOWAD operators in the Hungarian algorithm

An interesting extension of the OWAD operator (Merigó, Gil-Lafuente 2010) that can be used in the Hungarian algorithm is the IOWAD operator by Merigó and Casanovas (2011a; 2011b; 2011c). Its main advantage is that it deals with complex reordering processes in the aggregation. Thus, we can consider complex environments where the information may have different meanings than the usual numerical scale such as in the analysis of the temperature of the body where the optimal result is 36 or 37 degrees, and higher or lower results are not optimal.

By using the IOWAD operator in the Hungarian algorithm we can provide a more complete framework for representing the information when using distance measures in the analysis. Note that the IOWAD includes the OWAD operator as a particular case. The assignment process when using the IOWAD operator and the Hungarian algorithm can be described as follows:

Step 1: Calculate the distances between the two set of elements $T = \{T_1, T_2, \dots, T_N\}$ and $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_N\}$ by using:

$$IOWAD(\langle u_1, x_1, y_1 \rangle, \langle u_2, x_2, y_2 \rangle, \dots, \langle u_n, x_n, y_n \rangle) = \sum_{j=1}^n w_j b_j. \quad (8)$$

where b_j is the $|x_i - y_i|$ value of the IOWAD triplet $\langle u_i, x_i, y_i \rangle$ that represents the j th largest u_i , u_i is the order inducing variable and $|x_i - y_i|$ is the argument variable represented in the individual distances.

Step 2. Thus, we obtain $d(T_h, Z_k)$ for all h and k . That is, the fuzzy relations between T and Z . The results can be represented in a similar way as it is presented for the OWAD operator in Table 1.

Step 3. Next, analyze if we have the same number of rows and columns. If so, continue with the algorithm. If not, we have to add additional columns or rows until both are equal.

Step 4. Subtract the smallest value of each row in case we have added a column and the smallest value of each column if we have added a row. This process is explained in Section 1.6.

Step 5. Analyze if it is possible an assignment in case the values of p_{ij} are all zero. If so, we get an optimum. If not, we continue with the process.

Step 6. Consider the row with less zeros. Mark one of the zeros of each row and delete the rest of the zeros of the row and the column of the zero marked. Repeat this process with the rows that have more and more zeros until there is no zero to be marked.

Step 7. Indicate with an arrow \leftarrow the rows where there is not any zero marked.

Step 8. Next, indicate with an arrow \uparrow the columns in which there exists a zero deleted in a row marked with an arrow. Finally, mark with an arrow \leftarrow the rows where there is a zero marked in a column indicated with an arrow.

Step 9. Repeat Step 8 until it is not possible to consider more rows or columns.

Step 10. Draw a line in the rows not marked by arrows and a line in the columns marked by arrows. These rows and columns constitute the lowest number of them that possess zeros marked or deleted.

Step 11. Eventually, move some of the zeros. For doing so, we choose the smallest value among the elements of the matrix that has not been marked by arrows. This result is subtracted from the elements of the columns not marked and it is added to the elements of the rows marked. We obtain a matrix with the elements p_{ij}^* .

Step 12. With the new matrix which elements are p_{ij}^* , we go back to Step 5, following the same process used for the matrix with the elements p_{ij} . If we find an optimal solution, we stop and reach the final point. Otherwise, we continue with Steps 6 to 11. If necessary, go back to Step 5.

Note that we may find a solution that may not be unique, so it is possible to obtain other solutions.

In this assignment process we can also study a wide range of particular cases following the methodology explained in Remarks 1 – 7 including the maximum, the minimum, the step-IOWAD and the olympic-IOWAD operator. Moreover, we can also analyze similar properties including commutativity, monotonicity and reflexivity.

Furthermore, we can study several measures for characterizing the weighting vector (Yager 1988; 2002). For example, the entropy of dispersion is defined as follows:

$$H(W) = - \sum_{j=1}^n w_j \ln(w_j). \quad (9)$$

If $w_j = 1$ for some j , then $H(W) = 0$, and the least amount of information is used and if $w_j = 1/n$ for all j , then, the amount of information used is maximum.

Another measure that can be used is the divergence of W defined in the following way:

$$Div(W) = \sum_{j=1}^n w_j \left(\frac{n-j}{n-1} - \alpha(W) \right)^2. \quad (10)$$

Note that further extensions could be developed in a similar way as it is explained by Merigó and Casanovas (2011a) by using mixture operators, Choquet integrals and so on.

2.3. Generalized aggregation operators in the Hungarian algorithm

In order to provide a general representation of the assignment process by using distance measures we can use generalized aggregation operators such as the generalized mean (Merigó, Casanovas 2011c) and the quasi-arithmetic mean (Fodor *et al.* 1995; Merigó, Gil-Lafuente 2009). Thus, we will obtain a general framework that will include a wide range of particular including the use of the OWAD and the IOWAD operators in the analysis. Note that when we use the generalized mean with distance measures we are using the Minkowski distance. First, let us look to the case with the OWAD operator. Therefore, we are using the generalized ordered weighted averaging distance (GOWAD) operator (or Minkowski OWAD (MOWAD) operator) (Merigó, Casanovas 2011c; Xu, Chen 2008a) that can be defined as follows.

Definition 5. A Minkowski OWAD (MOWAD) operator of dimension n is a mapping $MOWAD: R_n \times R_n \rightarrow R$ that has an associated weighting vector W of dimension n with $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ and $w_j \in [0,1]$ such that:

$$MOWAD [(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_n, b_n)] = \left(\sum_{j=1}^n w_j D_j^\lambda \right)^{1/\lambda}, \quad (11)$$

where D_j is the j th largest of the individual distance $|a_i - b_i|$ between A and B and λ is a parameter such that $\lambda \in (-\infty, \infty)$.

As we can see, we can use a wide range of particular cases by using different values in the parameter λ . For example:

- If $\lambda = 1$, we use the OWAD operator as shown in Definition 3.
- If $\lambda = 2$, we obtain the Euclidean OWAD (EOWAD) operator (Merigó, Casanovas 2011b):

$$EOWAD [(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_n, b_n)] = \sqrt{\sum_{j=1}^n w_j D_j^2}. \quad (12)$$

- If $\lambda = 3$, we form the cubic OWAD (COWAD) operator:

$$COWAD [(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_n, b_n)] = \left(\sum_{j=1}^n w_j D_j^3 \right)^{1/3}. \quad (13)$$

- If $\lambda = -1$, we get the harmonic OWAD (HOWAD) operator:

$$HOWAD [(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_n, b_n)] = \left(\sum_{j=1}^n w_j D_j^{-1} \right)^{1/-1} = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \frac{w_j}{D_j}}. \quad (14)$$

The MOWAD operator can be generalized by using quasi-arithmetic means. Thus, we obtain the quasi-arithmetic OWAD (Quasi-OWAD) operator (Merigó, Casanovas 2011a). It can be defined as follows.

Definition 6. A Quasi-OWAD operator of dimension n is a mapping Quasi-OWAD: $R_n \times R_n \rightarrow R$ that has an associated weighting vector W of dimension n with $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ and $w_j \in [0,1]$ such that:

$$Quasi - OWAD [(a_1, b_1), (a_2, b_2), \dots, (a_n, b_n)] = g^{-1} \left(\sum_{j=1}^n w_j g(D_j) \right), \quad (15)$$

where D_j is the j th largest of the individual distance $|a_i - b_i|$ between A and B and $g(D_j)$ is a strictly continuous monotonic function.

As we can see, the Quasi-OWAD operator includes the MOWAD operator as a particular case and a wide range of other ones. For example:

- If $g(D_j) = D_j^2$, we obtain the MOWAD operator.
- If $g(D_j) = D_j$, we the get the OWAD operator.
- If $g(D_j) = D_j^2$, we form the EOWAD operator.
- If $g(D_j) = D_j^3$, the Quasi-OWAD operator becomes the COWAD operator.
- If $g(D_j) = D_j^{-1}$, we obtain the HOWAD operator.

Furthermore, we can extend the MOWAD and the Quasi-OWAD operators by using induced aggregation operators (Merigó, Casanovas 2011c). Note that a lot of other cases could be considered following the literature concerning quasi-arithmetic means (Beliakov *et al.* 2007; Merigó, Gil-Lafuente 2009).

Once we have established the type of distance measure to be used in the assignment process forming the similarity relations shown in Table 1, we could continue the Hungarian algorithm in a similar way as explained in Section 2.2.

3. Illustrative example

In the following, we develop a simple numerical example of the new approach. The focus is on assignment decision making problems based on the Hungarian algorithm. Note that in the literature there are many other methods for decision making (Gil-Aluja 1999; Han, Liu 2011; Vizuete *et al.* 2013; Wei *et al.* 2012).

Assume that an enterprise wants to invest some money in one product. After careful analysis of the different possibilities that the markets offer, the group of experts of the enterprise considers six possible investments:

- $P_1 =$ Hedge Funds.
- $P_2 =$ Investment Funds.
- $P_3 =$ Bonds.
- $P_4 =$ Fixed Income Notes.
- $P_5 =$ Stocks.
- $P_6 =$ Equity Derivatives.

When analyzing the investments, the experts have considered the following general characteristics:

- $C_1 =$ Risks of the investment.
- $C_2 =$ Difficulty of the investment.
- $C_3 =$ Benefits in the long term.
- $C_4 =$ Benefits in the mid term.
- $C_5 =$ Benefits in the short term.
- $C_6 =$ Social responsible investment (SRI).
- $C_7 =$ Others aspects.

The companies involved in the following decision process that can invest in these financial products are the following:

- E_1 = Enterprise A.
- E_2 = Enterprise B.
- E_3 = Enterprise C.
- E_4 = Enterprise D.
- E_5 = Enterprise E.

With this information, the group of experts describes each financial product according to the characteristics established in aggregated form the results are shown in Table 2. We assume that each company has similar characteristics so they are more or less equally qualified for carrying out the strategic investment process and its aggregated subjective opinions are shown in Table 3. The results are valuations (numbers) between 0 and 1 being 1 the best result and 0 the worst result.

In the first case we consider the seven characteristics with the normalized Hamming distance (Gil-Aluja 1999). We assume that $W = (0.3, 0.2, 0.2, 0.1, 0.1, 0.1, 0)$ in the OWAD operator and $U = (12, 10, 9, 5, 7, 15, 3)$ in the IOWAD operator. Note that order inducing variables U are provided by the experts when they analyze the information. With this information, it is possible to develop different methods for calculating the Hungarian algorithm.

In this example, we consider the Hamming distance, the OWAD operator and the IOWAD operator. In the first case, the distances that we obtain are shown in Table 4. In the second case, the aggregated results are shown in Table 5. The third operator is presented in Table 6. Note that many other aggregation operators could be used in the analysis by using different values in the parameter λ of Eq. (11). In this example, it is implicitly assumed $\lambda = 1$, which is the most common and practical case in decision making problems.

Table 2: Characteristics of the financial products

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
P_1	0.8	0.7	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6
P_2	0.7	0.6	0.7	0.7	0.5	0.8	0.6
P_3	0.4	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6
P_4	0.6	0.7	0.5	0.6	0.8	0.7	0.7
P_5	0.8	0.4	0.7	0.8	0.8	0.4	0.7
P_6	0.8	0.7	0.7	0.8	0.7	0.5	0.7

Table 3: Characteristics of the enterprises

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
E_1	0.6	0.5	0.8	0.6	0.5	0.5	0.7
E_2	0.7	0.6	0.7	0.8	0.9	0.8	0.6
E_3	0.8	0.9	0.8	0.7	0.5	0.7	0.5
E_4	0.6	0.8	0.9	0.8	0.7	0.5	0.8
E_5	0.9	0.8	0.7	0.8	0.9	0.6	0.7

Table 4: Aggregated distances with Hamming

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
E_1	0.10	0.11	0.16	0.14	0.14	0.13
E_2	0.14	0.07	0.14	0.13	0.13	0.11
E_3	0.09	0.10	0.17	0.19	0.21	0.14
E_4	0.11	0.19	0.14	0.16	0.16	0.09
E_5	0.13	0.17	0.16	0.14	0.11	0.07

Table 5: Aggregated distances with OWAD operator

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
E_1	0.14	0.16	0.18	0.21	0.20	0.17
E_2	0.20	0.14	0.20	0.15	0.20	0.17
E_3	0.13	0.15	0.24	0.24	0.31	0.18
E_4	0.15	0.22	0.20	0.23	0.23	0.13
E_5	0.16	0.24	0.24	0.20	0.19	0.11

Table 6: Aggregated distances with IOWAD operator

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
E_1	0.10	0.15	0.16	0.16	0.15	0.13
E_2	0.18	0.05	0.18	0.12	0.19	0.15
E_3	0.11	0.12	0.19	0.15	0.24	0.14
E_4	0.09	0.20	0.13	0.15	0.18	0.08
E_5	0.12	0.19	0.16	0.16	0.17	0.09

The results of Table 4, 5 and 6 are obtained by using Remark 4 and Eqs (3) and (4). For example, in Table 4, E_1 with P_1 is obtained as follows: $d(E_1, P_1) = (1/7) [|0.8 - 0.6| + |0.7 - 0.5| + |0.8 - 0.8| + |0.7 - 0.6| + |0.6 - 0.5| + |0.5 - 0.5| + |0.6 - 0.7|] = 0.10$. And so on for the rest of the cases. We develop a Hungarian algorithm by using the Hamming distance. The results are shown in Table 7.

Table 7: Aggregated results with the Hamming distance

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
E_1	0	0.02	0.03	0 (1.)	0.01	0.04
E_2	0.06	0 (2.)	0	0	0.02	0.04
E_3	0 (3.)	0.03	0.05	0.04	0.10	0.07
E_4	0.02	0.10	0	0.03	0.03	0 (4.)
E_5	0.05	0.10	0.04	0.02	0 (5.)	0
E_0	0.05	0.05	0 (6.)	0	0.01	0.05

If we analyze the sum of distances in the original matrix, we obtain that $0.14 + 0.07 + 0.09 + 0.09 + 0.11 + 1 = 1.50$, if we subtract the value of the fictitious element, we obtain $1.50 - 1 = 0.50$, this is an optimal solution. With these calculations the optimal assignment by using the Hamming distance is as follows:

Assignment process 1

1. Enterprise 1 assigned with financial product P_4 (Fixed Income Notes).
2. Enterprise 2 assigned with financial product P_2 (Investment Funds).
3. Enterprise 3 assigned with financial product P_1 (Hedge Funds).
4. Enterprise 4 assigned with financial product P_6 (Equity Derivatives).
5. Enterprise 5 assigned with financial product P_5 (Stocks).
6. Enterprise 0 assigned with financial product P_3 (Bonds).

Next, we develop a Hungarian algorithm with the OWAD operator. We assume that $W = (0.3, 0.2, 0.2, 0.1, 0.1, 0.1, 0)$. The results are shown in Table 8.

Table 8: Aggregated results with the OWAD operator

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
E_1	0.02	0.01	0 (1.)	0.05	0.02	0.07
E_2	0.08	0	0.03	0 (2.)	0.02	0.07
E_3	0	0 (3.)	0.07	0.08	0.13	0.08
E_4	0 (4.)	0.05	0	0.05	0.03	0
E_5	0.04	0.09	0.07	0.04	0	0 (5.)
E_0	0.07	0.05	0.02	0.04	0 (6.)	0.09

By using the same process that we use before, we observe that $0.18 + 0.15 + 0.15 + 0.15 + 0.11 = 0.74$. In this case we do not add and subtract the fictitious value, and we can obtain an optimal solution. Therefore, the optimal assignment is the following one:

Assignment process 2

1. Enterprise 1 assigned with financial product P_3 (Bonds).
2. Enterprise 2 assigned with financial product P_4 (Fixed Income Notes).
3. Enterprise 3 assigned with financial product P_2 (Investment Funds).
4. Enterprise 4 assigned with financial product P_1 (Hedge Funds).
5. Enterprise 5 assigned with financial product P_6 (Equity Derivatives).
6. Enterprise 0 assigned with financial product P_5 (Stocks).

Next, we develop a Hungarian algorithm with the IOWAD operator. We assume that $U = (12, 10, 9, 5, 7, 15, 3)$. The results are shown in Table 9 and 10.

Table 9: Aggregated results with the IOWAD operator (1)

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
E_1	0 (1.)	0.08	0.01	0.02	0.00	0.03
E_2	0.10	0 (2.)	0.05	0	0.06	0.07
E_3	0	0.04	0.03	0 (3.)	0.09	0.03
E_4	0	0.15	0 (4.)	0.03	0.05	0
E_5	0.03	0.13	0.02	0.03	0.03	0 (5.)
E_0	0.06	0.08	0	0.01	0 (6.)	0.05

Table 10: Aggregated results with the IOWAD operator (2)

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
E_1	0	0.08	0.01	0.02	0 (1.)	0.03
E_2	0.10	0 (2.)	0.05	0	0.06	0.07
E_3	0	0.04	0.03	0 (3.)	0.09	0.03
E_4	0 (4.)	0.15	0	0.03	0.05	0
E_5	0.03	0.13	0.02	0.03	0.03	0 (5.)
E_0	0.06	0.08	0 (6.)	0.01	0	0.05

Note that with the IOWAD operator we find that there are two optimal assignment processes as shown in tables 9 and 10. However, if we analyze both assignments in detail, we see the sum of distances in the original matrix is in the first case without taking the notional value of the assignment $0.10 + 0.05 + 0.15 + 0.13 + 0.09 = 0.52$, and for the second assignment process is $0.15 + 0.05 + 0.15 + 0.09 + 0.09 = 0.53$. Thus, although both assignment processes are optimal, it seems that the first one (3a) is better.

Assignment process 3a

1. Enterprise 1 assigned with financial product P_1 (Hedge Funds).
2. Enterprise 2 assigned with financial product P_2 (Investment Funds).
3. Enterprise 3 assigned with financial product P_4 (Fixed Income Notes).
4. Enterprise 4 assigned with financial product P_3 (Bonds).
5. Enterprise 5 assigned with financial product P_6 (Equity Derivatives).
6. Enterprise 0 assigned with financial product P_5 (Stocks).

Assignment process 3b

1. Enterprise 1 assigned with financial product P_5 (Stocks).
2. Enterprise 2 assigned with financial product P_2 (Investment Funds).
3. Enterprise 3 assigned with financial product P_4 (Fixed Income Notes).
4. Enterprise 4 assigned with financial product P_1 (Hedge Funds).
5. Enterprise 5 assigned with financial product P_6 (Equity Derivatives).
6. Enterprise 0 assigned with financial product P_3 (Bonds).

Conclusions

We have presented a new approach for decision making in an assignment process by using the OWAD operator. Its main advantage is that we can consider the information in a more complete way by using a parameterized family of aggregation operators from the minimum to the maximum distance. Thus, we can consider optimistic or pessimistic scenarios by under or over estimating the information. We have further extended this approach by using induced aggregation operators. Therefore, we have been able to analyze complex reordering processes where the information is not clearly known.

We have also generalized it by using generalized and quasi-arithmetic means forming the generalized OWAD (GOWAD) operator (also known as the Minkowski OWAD) and the quasi-arithmetic OWAD (Quasi-OWAD) operator. We have seen that these approaches include a wide range of particular cases including the Euclidean OWAD operator. A similar generalization has been developed by using the IOWAD operator obtaining the induced generalized OWAD (IGOWAD) operator (also known as the Minkowski IOWAD). In this case we have also found a lot of particular cases including the Euclidean IOWAD operator.

The applicability of this new approach has been studied in a financial management problem regarding the assignment of financial products. We have seen that each aggregation operator may lead to different assignments since the results can be different. The use of OWAD and IOWAD operators permits to consider different degrees of optimism or pessimism in the analysis.

In future research, we expect to develop further developments by adding new characteristics in the problem such as the use of probabilistic information, norms, weighted averages and more complex structures.

Acknowledgements

We would like to thank the anonymous referees for valuable comments that have improved the quality of the paper.

References

- Atanassov, K. 1986. Intuitionistic fuzzy sets, *Fuzzy Sets and Systems* 20(1): 87–96. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114\(86\)80034-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114(86)80034-3)
- Beliakov, G.; Pradera, A.; Calvo, T. 2007. *Aggregation functions: A guide for practitioners*. Springer-Verlag, Berlin.
- Belles-Sampera, J.; Merigó, J. M.; Guillén, M.; Santolino, M. 2013. The connection between distortion risk measures and ordered weighted averaging operators, *Insurance: Mathematics and Economics* 52(2): 411–420. <http://dx.doi.org/10.1016/j.insmatheco.2013.02.008>
- Canós, L.; Liern, V. 2008. Soft computing-based aggregation methods for human resource management, *European Journal of Operational Research* 189(3): 669–681. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.01.054>
- Chen, H. Y.; Zhou, L. G. 2011. An approach to group decision making with interval fuzzy preference relations based on induced generalized continuous ordered weighted averaging operator, *Expert Systems with Applications* 38(10): 13432–13440. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.175>
- Cheng, C. H.; Wang, J. W.; Wu, M. C. 2009. OWA-weighted based clustering method for classification problem, *Expert Systems with Applications* 36(3/1): 4988–4995. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2008.06.013>
- De Luca, A.; Termini, S. 1972. A definition of a nonprobabilistic entropy in the setting on fuzzy sets theory, *Information and Control* 20(4): 301–312. [http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958\(72\)90199-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958(72)90199-4)
- Dong, Y.; Xu, Y.; Li, H.; Feng, B. 2010. The OWA-based consensus operator under linguistic representation models using position indexes, *European Journal of Operational Research* 203(2): 455–463. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2009.08.013>
- Figueira, J.; Greco, S.; Ehrgott, M. 2005. *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*. Springer: Boston.
- Fodor, J.; Marichal, J. L.; Roubens, M. 1995. Characterization of the ordered weighted averaging operators, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 3(2): 236–240. <http://dx.doi.org/10.1109/91.388176>
- Gil-Aluja, J. 1999. *Elements for a theory of decision in uncertainty*. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht.
- Goldberger, J.; Tassa, T. 2008. A hierarchical clustering algorithm based on the Hungarian method, *Pattern Recognition Letters* 29(11): 1632–1638. <http://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2008.04.003>
- Hamming, R. W. 1950. Error-detecting and error-correcting codes, *Bell Systems Technical Journal* 29(2): 147–160.

- Han, Z.; Liu, P. D. 2011. A fuzzy multi-attribute decision-making method under risk with unknown attribute weights, *Technological and Economic Development of Economy* 17(2): 246–258. <http://dx.doi.org/10.3846/20294913.2011.580575>
- Karayiannis, N. 2000. Soft learning vector quantization and clustering algorithms based on ordered weighted aggregation operators. *IEEE Transactions on Neural Networks* 11(5): 1093–1105. <http://dx.doi.org/10.1109/72.870042>
- Kaufmann, A. 1975. *Introduction to the theory of fuzzy subsets*. Academic Press, New York.
- Kuhn, H. W. 1955. The Hungarian method for the assignment problem, *Naval Research Logistics Quarterly* 2(1-2): 83–97.
- Kuhn, H. W. 2012. A tale of three eras: The discovery and rediscovery of the Hungarian method, *European Journal of Operational Research* 219(3): 641–651. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2011.11.008>
- Lawler, E. L.; Wood, D. E. 1966. Branch-and-Bound Methods: A survey, *Operations Research* 14(4): 699–719. <http://dx.doi.org/10.1287/opre.14.4.699>
- Merigó, J. M. 2013. The probabilistic weighted averaging distance and its application in group decision making, *Kybernetes* 42(5): 686–697. <http://dx.doi.org/10.1108/K-06-2013-0107>
- Merigó, J. M.; Casanovas, M. 2011a. Decision making with distance measures and induced aggregation operators. *Computers & Industrial Engineering* 60(1): 66–76. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2010.09.017>
- Merigó, J. M.; Casanovas, M. 2011b. Induced aggregation operators in the Euclidean distance and its application in financial decision making, *Expert Systems with Applications* 38(6): 7603–7608. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2010.12.103>
- Merigó, J. M.; Casanovas, M. 2011c. A new Minkowski distance based on induced aggregation operators, *International Journal of Computational Intelligence Systems* 4(2): 123–133. <http://dx.doi.org/10.1080/18756891.2011.9727769>.
- Merigó, J. M.; Gil-Lafuente, A. M. 2009. The induced generalized OWA operator, *Information Sciences* 179(6): 729–741. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2008.11.013>
- Merigó, J. M.; Gil-Lafuente, A. M. 2010. New decision making techniques and their application in the selection of financial products, *Information Sciences* 180(11): 2085–2094. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2010.01.028>
- Merigó, J. M.; Gil-Lafuente, A. M. 2011. OWA operators in human resource management, *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research* 45(2): 153–168.
- Merigó, J. M.; Gil-Lafuente, A. M.; Gil-Aluja, J. 2011a. Decision making with the induced generalized adequacy coefficient, *Applied and Computational Mathematics* 10(2): 321–339.
- Merigó, J. M.; Gil-Lafuente, A. M.; Gil-Aluja, J. 2011b. A new aggregation method for strategic decision making and its application in assignment theory, *African Journal of Business Management* 5(11): 4033–4043.
- Merigó, J. M.; Wei, G. W. 2011. Probabilistic aggregation operators and their application in uncertain multi-person decision making, *Technological and Economic Development of Economy* 17(2): 335–351. <http://dx.doi.org/10.3846/20294913.2011.584961>
- Merigó, J. M.; Xu, Y. J.; Zeng, S. Z. 2013. Group decision making with distance measures and probabilistic information, *Knowledge-Based Systems* 40(1): 81–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.knosys.2012.11.014>
- Merigó, J. M.; Yager, R. R. 2013. Generalized moving averages, distance measures and OWA operators, *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 21(4): 533–559. <http://dx.doi.org/10.1142/S0218488513500268>
- Szmidt, E.; Kacprzyk, J. 2000. Distances between intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems* 114(3): 505–518. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114\(98\)00244-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00244-9)
- Vizuete-Luciano, E.; Gil-Lafuente, A. M.; García-González, A.; Boria-Reverter, S. 2013. Forgotten effects of corporate social and environmental responsibility: A case study of Catalonian economy, *Kybernetes* 42(5): 736–753. <http://dx.doi.org/10.1108/K-04-2013-0065>
- Wei, G. W.; Zhao, X.; Lin, R. 2010. Some induced aggregating operators with fuzzy number intuitionistic fuzzy information and their applications to group decision making, *International Journal of Computational Intelligence Systems* 3(1): 84–95. <http://dx.doi.org/10.1080/18756891.2010.9727679>
- Wei, G. W.; Zhao, X.; Wang, H. 2012. An approach to multiple attribute group decision making with interval intuitionistic trapezoidal fuzzy information, *Technological and Economic Development of Economy* 18(2): 317–330. <http://dx.doi.org/10.3846/20294913.2012.676995>
- Xu, Z. S.; Chen, J. 2008a. Ordered weighted distance measure, *Journal Systems Sciences Systems Engineering* 17(4): 432–445. <http://dx.doi.org/10.1007/s11518-008-5084-8>
- Xu, Z. S.; Chen, J. 2008b. Some models for deriving the priority weights form interval fuzzy preference relations, *European Journal of Operational Research* 184(1): 266–280. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.11.011>

- Xu, Z. S.; Da, Q. L. 2003. An overview of operators for aggregating information, *International Journal of Intelligent Systems* 18(9): 953–969. <http://dx.doi.org/10.1002/int.10127>
- Xu, Z. S.; Xia, M. 2011. Induced generalized intuitionistic fuzzy operators, *Knowledge-Based Systems* 24(2): 197–209. <http://dx.doi.org/10.1016/j.knosys.2010.04.010>
- Yager, R. R. 1988. On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 18(1): 183–190. <http://dx.doi.org/10.1109/21.87068>
- Yager, R. R. 1993. Families of OWA operators, *Fuzzy Sets and Systems* 59(2): 125–148. [http://dx.doi.org/10.1016/0165-0114\(93\)90194-M](http://dx.doi.org/10.1016/0165-0114(93)90194-M)
- Yager, R. R. 2002. Heavy OWA operators, *Fuzzy Optimization and Decision Making* 1(4): 379–397. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1020959313432>
- Yager, R. R. 2003. Induced aggregation operators, *Fuzzy Sets and Systems* 137(1): 59–69. [http://dx.doi.org/S0165-0114\(02\)00432-3](http://dx.doi.org/S0165-0114(02)00432-3)
- Yager, R. R.; Filev, D. P. 1999. Induced ordered weighted averaging operators, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* B 29(2): 141–150. <http://dx.doi.org/10.1109/3477.752789>
- Yager, R. R.; Kacprzyk, J. 1997. *The ordered weighted averaging operators: Theory and Applications*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA.
- Yager, R. R.; Kacprzyk, J.; Beliakov, G. 2011. *Recent developments on the ordered weighted averaging operators: Theory and practice*. Springer-Verlag, Berlin.
- Zeng, S. Z.; Merigó, J. M.; Su, W. H. 2013. The uncertain probabilistic OWA distance operator and its application in group decision making, *Applied Mathematical Modelling* 37(9): 6266–6275. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2013.01.022>
- Zeng, S. Z.; Su, W. 2011. Intuitionistic fuzzy ordered weighted distance operator, *Knowledge-Based Systems* 24(8): 1224–1232. <http://dx.doi.org/10.1016/j.knosys.2011.05.013>



TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF ECONOMY

Editor-in-Chief: Prof. E. K. Zavadskas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius

Tel.: +370 5 274 5232; +370 5 274 5002 E-mail: edmundas.zavadskas@vgtu.lt

CONFIRMATION LETTER

06 February 2014

We confirm that on 05 December 2012 Editorial Board of ISI Web of Science Journal „Technological and Economic Development of Economy“ received the article „Decision making in the assignment process by using the Hungarian algorithm with OWA operators“ written by Emili Vizuetė Luciano, Jose M. Merigo-Lindahl, Anna M. Gil-Lafuente and Sefa Boria Reverter.

The article is reviewed and accepted for publishing in Journal „Technological and Economic Development of Economy“.

Managing Editor

Assoc Prof Jonas Šaparauskas

CAPÍTULO 6.

Publicaciones que responden a los objetivos específicos

6.1. Artículos indexados en la WOS como Proceedings Paper

6.1.1. Artículo Publicado en el ICEIS 2008

Subjective Preferences in Financial Products

Emili Vizuete Luciano, Anna M^a Gil Lafuente
Department of Business Administration, University of Barcelona,
Av. Diagonal 690, 08034, Barcelona, Spain.

evizuelu7@ademp.ub.edu, amgil@ub.edu

Keywords: Fuzzy Sets, Finance, Subjective Preferences.

Abstract: When the decision maker invests in the banking organizations, he is faced with the need to choose between apparently different products. The financial advisers have to offer an agile and well-qualified service to be able to continue counting on the confidence of their customers and to increase their results consequently. In this paper, presents a further step in justifying such evaluation. Results from the proposed approach present a better understanding of each system to decision makers for evaluating justification issues which sometimes cannot be defined.

1 INTRODUCTION

With increasing frequency it can be seen that new products appear on the market under many different forms that, either real or apparent, have different characteristics. It should not be forgotten that the strong competition characterizing the financial world obliges those offering payment means to a great effort of diversification and differentiation of products that permits them, on the one hand, to cover the widest range of possible users and, on the other, provoke a flaw by means of the presentation of different products with the object of get around the laws of the perfect market.

Evidently that for each business, and even for each specific situation, there will be a different valuation of each one of the characteristics of the financial products (Zadeh, 1971).

In this context two fundamental elements appear that make up the problem:

- [1] Differentiation in the characteristics of each one of the financial products on offer.
- [2] Different estimate, by the acquirer, of each of the characteristics relative to the rest, which provides an order of preference.

Evidently, the degree of preference for each one of the characteristics relative to the others may sometimes be determined by means of measurements, that is, with an objective nature, but on other occasions it will be necessary to resort to subjective numerical situations, that is by means of valuations.

With all this an attempt is made to arrive at certain results that express the order of preference between different financial products to which a business may opt. The

subjective nature of the estimated values should lead to certain conclusions that can be expressed by means of fuzzy sets (Bustince & Herrera, 2008).

2 PROBLEM FORMULATION

We start out from the existence of a finite and re-countable number of financial products P_1, P_2, \dots, P_n , which each possess certain determined characteristics C_1, C_2, \dots, C_m in such a way that for each characteristic it is possible to establish a quantified (objective or subjective) relation of preferences.

Therefore for C_j we have that: P_1 is preferred μ_1/μ_2 times over P_2 , μ_1/μ_3 times over P_3 , ..., μ_1/μ_n times over P_n , ..., P_n is preferred μ_n/μ_1 times over P_1 , μ_n/μ_2 times over P_2 , ..., μ_n/μ_{n-1} times over P_{n-1} .

With this previous relation of preferences we will be able to construct the following matrix, which will be reflexive and reciprocal by construction:

$$[C_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & \frac{\mu_1}{\mu_2} & \frac{\mu_1}{\mu_3} & \dots & \frac{\mu_1}{\mu_n} \\ \frac{\mu_2}{\mu_1} & 1 & \frac{\mu_2}{\mu_3} & \dots & \frac{\mu_2}{\mu_n} \\ \frac{\mu_3}{\mu_1} & \frac{\mu_3}{\mu_2} & 1 & \dots & \frac{\mu_3}{\mu_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\mu_n}{\mu_1} & \frac{\mu_n}{\mu_2} & \frac{\mu_n}{\mu_3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

This matrix is also coherent or consistent, (Dubois & Prade, 1995) since the following is complied with:

$$\forall i, j, k \in \{1, 2, \dots, n\}, \frac{\mu_i}{\mu_j} \cdot \frac{\mu_j}{\mu_k} = \frac{\mu_i}{\mu_k} \quad (2)$$

For this reason we are going to consider certain properties (Vasantha, 2007), those in which all the elements that are members of \mathbb{R}_0^+ :

a) A positive square matrix possess a dominant value of its own λ real positive which is unique for which what is complied is that $\lambda \geq n$, where n is the order of the square matrix.

b) The vector that corresponds to the dominant own value is found also formed by positive terms and when normalised, is unique.

When λ is a number close to n it is said that the matrix is nearly coherent; on the contrary it will be necessary to make an adjustment between the elements of the matrix (Gil Aluja, 1998 & 1999), if wanting to use this scheme correctly. It is considered that $\lambda - n$ or $\frac{\lambda - n}{n}$ is an index of coherence. As is very well known, when a reciprocal matrix is also coherent it complies with $[C_{ij}] \cdot [v_i]^T = n \cdot [v_i]^T$ where $[v_i]^T$ is the transpose of row i .

When the reciprocal matrix is not coherent, we write: $[C_{ij}] \cdot [v'_i]^T = \lambda \cdot [v'_i]^T$. We accept $[v'_i]$ as the result when the index of coherence $\frac{\lambda - n}{n}$ is sufficiently small.

For each characteristic C_j , $j=1, 2, \dots, m$ the corresponding reflexive and reciprocal matrix $[C_{ij}]$ is obtained. Once the m matrices are constructed the dominant own values λ_j

and their corresponding vectors $[x_{1j} \dots x_{nj}]$ must be found for each one, verifying if they possess sufficient consistency by means of the «index of coherence».

The elements of each corresponding own vector will give rise to a fuzzy sub-set:

$$X_j = \begin{matrix} & P_1 & P_2 & P_3 & \dots & P_n \\ \begin{matrix} \boxed{x_{1j}} & \boxed{x_{2j}} & \boxed{x_{3j}} & \dots & \boxed{x_{4j}} \end{matrix} \end{matrix}$$

which once normalised in sum equal to one will be:

$$D_j = \begin{matrix} & P_1 & P_2 & P_3 & \dots & P_n \\ \begin{matrix} \boxed{p_{1j}} & \boxed{p_{2j}} & \boxed{p_{3j}} & \dots & \boxed{p_{4j}} \end{matrix} \end{matrix}$$

The m own vectors are regrouped forming a Matrix 1, the form of which will be:

Matrix 1

$$[P_{ij}] = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & \dots & C_m \\ \begin{matrix} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_n \end{matrix} & \begin{matrix} \boxed{P_{11}} & \boxed{P_{12}} & \boxed{P_{13}} & \boxed{P_{14}} & \dots & \boxed{P_{1m}} \\ \boxed{P_{21}} & \boxed{P_{22}} & \boxed{P_{23}} & \boxed{P_{24}} & \dots & \boxed{P_{2m}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \boxed{P_{n1}} & \boxed{P_{n2}} & \boxed{P_{n3}} & \boxed{P_{n4}} & \dots & \boxed{P_{nm}} \end{matrix} \end{matrix}$$

Each column of this matrix brings to light the relative degree in which a characteristic is possessed by all the financial products. As we have already pointed out, this can be represented by a normalized fuzzy sub-set D_j . From this perspective there exist m fuzzy sub-sets (Kao & Liu, 2001). On the other hand each row expressed, for one product, the degree in which it possess each one of the characteristics, which is also represented by a fuzzy sub-set Q_i such as:

$$Q_i = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & \dots & C_m \\ \begin{matrix} \boxed{P_{i1}} & \boxed{P_{i2}} & \boxed{P_{i3}} & \boxed{P_{i4}} & \dots & \boxed{P_{im}} \end{matrix} \end{matrix}$$

On the other hand, each business has a different appreciation of the importance that each characteristic has (Gil Lafuente, 2005). Evidently, this estimate can vary from one moment to another and its quantification has a basically subjective sense, therefore will be expressed by means of valuations.

The establishment of these valuations can be done by means of a comparison between the relative importance of a characteristic in relation to the rest. Therefore, for example, it can be said that a characteristic is two times as important as another, or has half the importance of a third.

In this way we can construct a Matrix 2, that obviously will be square, reflexive and anti-symmetrical. Since there are n products, its order will be $m \times m$:

Matrix 2

	C1	C2	C3	C4	...	Cm
C1	1	a12	a13	a14	...	a1m
C2	a21	1	a23	a24	...	a2m

Cm	am1	am2	am3	am4	...	1

Due to the condition of asymmetry the following will be complied with:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \tag{3}$$

Once the matrix 2 has been determined, we proceed to obtain the corresponding dominant value and vector. This vector will bring to light the preferences of the business relative to the characteristics, $y_j = [y_1 \ y_2 \ y_3 \ y_4 \ y_5]$

In order for this vector to be susceptible to being used as a weighting element, we are going to convert it into another that possesses the property that the sum of its elements be equal to the unit. For this we do:

$$b_j = \frac{y_j}{\sum_{j=1}^m y_j}, \quad j=1, 2, \dots, m \tag{4}$$

With which we arrive at $b_j = [b_1 \ b_2 \ b_3 \ b_4 \ b_5]$

We are now in a position finally to arrive at the sought after result, by taking matrix $[p_{ij}]$ and multiplying it to the right by vector $[b_j]$. The result will be another vector, which will express the relative importance of each financial product for the business, taking into account its preferences for each one of the characteristics:

$$\begin{bmatrix}
 P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1m} \\
 P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2m} \\
 P_{31} & P_{32} & P_{33} & \dots & P_{3m} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & \dots & P_{nm}
 \end{bmatrix}
 \cdot
 \begin{bmatrix}
 b_1 \\
 b_2 \\
 b_3 \\
 \dots \\
 b_m
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 d_1 \\
 d_2 \\
 d_3 \\
 \dots \\
 d_m
 \end{bmatrix}
 \tag{5}$$

The result can also be expressed by means of a normal fuzzy sub-set, by doing:

$$H = \begin{matrix} & P_1 & P_2 & P_3 & P_4 & \dots & P_m \\ \begin{matrix} h_1 & h_2 & h_3 & h_4 & \dots & h_m \end{matrix} \end{matrix}$$

This model on the contrary to all those that use as the only basis for selection, the price of the money, has as its greatest advantage the possibility of incorporating a wide range of elements that, in the reality of businesses, at times play a decisive role at the time of taking the decision to select a financial product from among those offered on the market. These elements normally do not have the same weight at the time of making a valuation.

3 APPLICATION OF THE PROPOSED MODEL

With the object of illustrating the model a case has been considered which we have linked to the one shown, in order to cover certain financial requirements, resorts to three credit institutions which propose as the most adequate, one financial product each (Vizuete & Gil Lafuente, 2007). Therefore there is a choice between three products P_1 , P_2 , P_3 .

The characteristics of these products make them different, but in certain aspects some are more attractive, but in others these are less favorable. Obviously, in the eyes of the businessman not all the characteristics have the same weight at the time of deciding to accept one or another (Kaufmann & Gil Aluja, 1987 & 1990). The five characteristics mentioned previously were considered as important: price of the money, payback period, possibilities for renewal, fractioning repayments, speed of granting.

1. With regard to the price of the money the following data is considered: for P_1 20%, for P_2 22% and for P_3 18%. This then is objective data and it is logical to think that the preference would be for the lowest price in a proportional manner. In this way the following matrix can be constructed:

	P_1	P_2	P_3
P_1	1	11/10	9/10
P_2	10/11	1	9/11
P_3	10/9	11/9	1

Once this matrix has been constructed the corresponding dominant own value and vector must be obtained. Among the various procedures existing we are going to use the following:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1,1 & 0,9 \\ 0,9090 & 1 & 0,8181 \\ 1,1111 & 1,2222 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 \\ 2,7271 \\ 3,3333 \end{bmatrix} = 3,3333 \cdot \begin{bmatrix} 0,9 \\ 0,8181 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1,1 & 0,9 \\ 0,9090 & 1 & 0,8181 \\ 1,1111 & 1,2222 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,9 \\ 0,8181 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2,6999 \\ 2,4543 \\ 2,9998 \end{bmatrix} = 2,9998 \cdot \begin{bmatrix} 0,9 \\ 0,8181 \\ 1 \end{bmatrix}$$

For normalization of the sum equal to 1, in this way arriving at:

	P_1	P_2	P_3
$[P_i1]=$	0,3311	0,3009	0,3679

The same process should be developed for P_i2, \dots, P_i5 . Once we have obtained these five vectors $[p_{ij}]$, $j=1,2,3,4,5$, we group them and form the following matrix:

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
P_1	0,3311	0,3333	0,1681	0,4285	0,6483
P_2	0,3009	0,4000	0,3572	0,1428	0,2296
P_3	0,3679	0,2666	0,4746	0,4285	0,1219

With the following square, reflexive and reciprocal matrix can be arrived at matrix 3:
Matrix 3

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
C ₁	1	2	6	8	4
C ₂	1/2	1	4	6	2
C ₃	1/6	1/4	1	3	1/2
C ₄	1/8	1/6	1/3	1	1/3
C ₅	1/4	1/2	2	3	1

In order to obtain the corresponding dominant own value and vector the same process can be used as followed before. In this way with the normalisation in sum equal to one:
 $[b_j] = [0,4704 \ 0,2685 \ 0,836 \ 0,0430 \ 0,1342]$

Finally, if we take matrix $[p_{ij}]$ and multiply to the right by vector $[b_j]$, which in short constitutes a weighting, we arrive at:

$$[d_j] = \begin{bmatrix} 0,3311 & 0,3333 & 0,1681 & 0,4285 & 0,6483 \\ 0,3009 & 0,4000 & 0,3572 & 0,1428 & 0,2296 \\ 0,3679 & 0,2666 & 0,4746 & 0,4285 & 0,1219 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,4704 \\ 0,2685 \\ 0,0836 \\ 0,0430 \\ 0,1342 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,3647 \\ 0,3157 \\ 0,3191 \end{bmatrix}$$

Taking into account that we have only considered four decimal points and the last one has not been rounded up, the sum of the elements of the last matrix does not give the unit as the result, which would have occurred if the rounding up were to have been done.

The result we have arrived at can also be expressed by means of a normal fuzzy sub-set, as follows:

$$P = \begin{matrix} & P_1 & P_2 & P_3 \\ = & \begin{bmatrix} 1,0000 & 0,8656 & 0,8749 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

It will be seen in this fuzzy sub-set that financial product P_1 is preferable to products P_2 and P_3 , although not too much. There is very little difference between P_2 and P_3 .

4 CONCLUSIONS

In this paper, we have studied an example could be taken as typical since it shows what happens often in financial reality, when the decision maker is faced with the need to choose between apparently different products but which, when all is said and done, are very similar. This situation should not come as a surprise to us if it is thought that financial institutions attempt to compensate certain disadvantages of a product relative to other of the competition, by means of incentives to certain aspects that make it more attractive and allow in this way for its placing in the market under conditions of competitiveness.

REFERENCES

- [1] Bustince, H., Herrera, F., 2008. *Fuzzy Sets and their extensions: Representation, aggregation and models*. Springer Verlag Berlin.
- [2] Dubois, D., Prade, H., 1995. Fuzzy Relation Equations and Causal Reasoning, *Fuzzy Sets and Systems*, 75; p. 119-134.
- [3] Gil-Aluja, J., 1999. *Elements for a Theory of Decision in Uncertainty*, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London
- [4] Gil-Aluja, J., 1998. *The interactive management of human resources in uncertainty*. Kluwer Academic Publishers. Dordrech.
- [5] Gil Lafuente, A.M., 2005. *Fuzzy logic in financial analysis*. Springer. London.
- [6] Kao,C., Liu, S.T., 2001. Fractional programming approach to fuzzy weighted average. *Fuzzy Sets and Systems*, 120, p. 435-444.
- [7] Kaufmann, A., Gil-Aluja, J., 1990. *Las matemáticas del azar y de la incertidumbre*. Editorial Ceura, Madrid, Spain.
- [8] Kaufmann, A., Gil-Aluja, J., 1987, *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*. Editorial Hispano Europea, Barcelona, Spain.
- [9] Vasantha Kandasamy, W.B., 2007. Elementary Fuzzy Matrix Theory and Fuzzy Models for Social Scientists. *Indian space research. USA*, p. 72-90
- [10] Vizueté Luciano, E., Gil Lafuente, A.M., 2007. *Algoritmos para el tratamiento y selección de productos financieros en al incertidumbre* (Unpublished) Doctoral Thesis in University of Barcelona. Spain.
- [11] Zadeh, L., 1971. Similarity Relations and Fuzzy Orderings, *Inform Sci.* 3. p.177-200.

6.1.2. Artículo Publicado en el World Scientific Proceedings Series on Computer Engineering and Information Science del MS'10 Barcelona

A tool for objectives definition in the MKDD methodology for data mining studies

*A.M. Gil Lafuente, **E. Vizuete Luciano, ***S. Boria Reverter

Department of Economics and Business Administration, Faculty of Economics

University of Barcelona

Avda. Diagonal 690, 08034 Barcelona, Spain

(*amgil@ub.edu, **evizuetel@ub.edu, ***jboriar@ub.edu)

Abstract

Lately it has been possible to witness the fast evolution of computational resources. This evolution was naturally followed by an increasing facility in the data obtaining. Thus the use of huge databases and data warehouses went on to be used in ample scale, what made the mining of useful information for business transactions an important research area. The process known by KDD (Knowledge Discovery in Databases) is pointed out by the existing bibliography on the subject as a solution for the need to transform data into applicable information to help in problem solving and it is formed by a sequence of procedures that include the popular data mining.

Key words

Fuzzy Sets, Data Mining, PDCA Methodology, MKDD Methodology.

1. Introduction

Lately it has been possible to witness the fast evolution of computational resources. This evolution was naturally followed by an increasing facility in the data obtaining. Thus the use of huge databases and data warehouses went on to be used in ample scale, what made the mining of useful information for business transactions an important research area [17, 18]. The process known by KDD (Knowledge Discovery in Databases) is pointed out by the existing bibliography on the subject [9, 16] as a solution for the need to transform data into applicable information to help in problem solving and it is formed by a sequence of procedures that include the popular data mining.

The procedures that compose the KDD are better executed when it is added some steps at the beginning, in order to identify and to delimit the objective of the problem to be worked; and in the end, where one applies the information acquired to business actions and conclude the study with a reflection about the acquired knowledge [1, 10]. With the aim of structuring in an efficiently way the traditional steps of the KDD process and these new ones above cited, a methodology known by MKDD (Managerial Knowledge Discovery in

Databases) was created: it is an integration between the already famous KDD with the established management method PDCA.

Meanwhile the definition of the objective in data mining studies is not trivial: the business men generally have a very vague idea about the type of information that they need to obtain from the databases.

The interest of this article is to present a tool to make easier the translation of the managerial objectives proposed by the business men into analytical objectives, oriented to give a course to the data mining studies.

The proposed tool is quite simple: it consists of a matrix that connects the managerial objectives to representations of the analytical objectives, and this relation is measured by fuzzy logic functions.

In Section 2, we present a general vision of MKDD methodology and in Section 3 includes a brief discussion on the importance and difficulties about the definition of analytical objectives, and the proposed tool is presented. Conclusions are pointed in Section 4.

2. A structured methodology for data mining studies

An effective data mining study includes a series of stages for data preparation and organization: selection, pre-processing, transformation, data mining and analysis. These steps make up the KDD process, which is widely explored in the bibliography. This process management takes to results more consistent than data mining studies that are executed separately, but there still existing the problem of integrating the conclusions to the executive scene.

On the other hand, there are an ample range of structures known like problem solving methodologies, which were developed to lead studies from the objectives exposition to the conclusions interpretation and application. These methodologies have an ample application in managerial circles, leading to success lots of process and product improvement/innovation projects.

The precursor of the problem solving methodologies is the Deming Cycle (PDCA or PDSA), that is a continuous quality improvement model made up of a logical sequence of four steps represented in Figure 1: Plan, Do, Check or Study and Act [6, 8]. Nowadays many other improvement methodologies exist based on the PDCA - like the also famous DMAIC - but all has in common the stages structure going from the planning step to the conclusion and results implementation stage, always watching the problem from the general to the specific and so focusing the actions in a more effective way. It is this structure the responsible by the success of studies that make use of the problem solving methodology, in several knowledge fields.

With the objective to bring similar abilities in terms of arrangement and integration to data mining procedure [5], it has been developed the MKDD process that organizes stages of the traditional KDD within the robust structure of PDCA methodology [15]. This way it is possible to take the study from the translation of managerial objectives into analytical data mining objectives, until the integration of analytical conclusions to the business language, going through the commonly used data bases analysis. Figure 2 presents the MKDD structure and following the process steps will be described briefly.

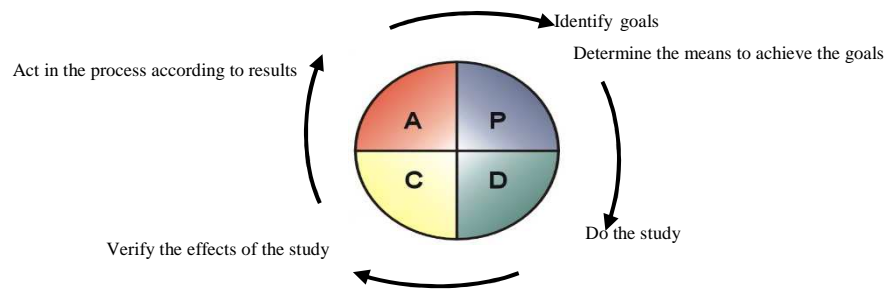


Fig. 1. Representation of Deming Cycle steps.

P	1	PROBLEM IDENTIFICATION: Identification of the studying field, and definition of the analytical objectives.
	2	SELECTION: Selection of databases to be used in the study.
	3	PRE-PROCESSING: Review of the data structure to guarantee its quality.
	4	TRANSFORMATION: Execution of appropriate transformation in the data set.
D	5	DATA MINING: Use of tools to extract relevant information from the data.
C	6	ANALYSIS: Analysis of obtained results and its adaptation to the analytical objectives of the study.
A	7	ASSIMILATION : Translation of analytical results into managerial conclusions, and knowledge application to the business actions.
	8	CONCLUSION: Study review and results documentation..

Fig. 2. The MKDD process

3. Making it easy the objectives definition

After the MKDD steps were presented and it was possible to observe that it is a really simple and well-structured methodology to being employed by the data mining analysts, the proposed tool will be presented to help in the job of translating the decision-makers desires into concrete objectives under the analysts' views [2, 3, 6]. This transition from the executive-managerial world into technical-analytical words is not always something simple to do, since the people involved in this process have different views and perceptions respect to the subject "objective of the study".

For a correct conduction of the data mining studies, it is necessary to focus well on the type of information that is desired to obtain from the data bases, since there are hosts of data mining techniques congregated in several different models. Starting a study without defined objectives is a loss of time, while it will never be possible to evaluate if the decision-makers desires are being satisfied or not. Another difficulty found by the analysts is as to define what data mining models and tools are better to employ to solve the problems, and the definition of analytical objectives facilitates the election of these models since there are narrow associations between analytical objective and models of analysis.

In order to facilitate this task of defining analytical objectives based on the managerial objectives, we present a tool based on the fuzzy logic [14], in which the business men and analysts can collectively define the relationship degrees between each managerial objective and the possible analytical objectives through fuzzy subgroups. These relationship degrees finally are compared to predefined ideally required cut points, obtaining the high-priority order to lead the studies focusing at each analytical objective.

The managerial objectives are designated by C_i , $i= 1, 2, \dots, n$, and the analytical objectives are named as P_j , $j = 1, 2, \dots, m$. The relationship degree cut points ideally required are called $c_i \in [0,1]$, $i = 1, 2, \dots, n$ (although at this application it is suggested $c_i = 1 \forall i$), and could come expressed by the following way:

$$\tilde{C} = \begin{array}{c} C_1 \quad C_2 \quad C_3 \quad C_4 \quad \dots \quad C_n \\ \hline c_1 \quad c_2 \quad c_3 \quad c_4 \quad \dots \quad c_n \end{array}$$

This level is the relationship degree expression, in the sense of which a managerial objective C_i can be translated or worked in a data mining study like the analytical objective P_j , and will be measured in the [0,1] interval in a way that the more it approaches to 0 smaller is the relationship; and the more it approaches to 1 higher is this relationship. Traditionally and to facilitate the expression given by the experts, usually the hendecandarian scale is used (11 values between 0 and 1), since it represents the numerical scale fraction that is easier to understand and to use considering that it agrees with our traditional numerical system. With the object of allowing the experts to express their opinions in a semantic way and to come later to a numerical transformation usually it is employed semantic scales [11]. A semantic scale suggestion is the following one:

- $c = 0$: No relationship.
- $c = 0,1$: Practically no relationship.
- $c = 0,2$: Hardly any relationship.
- $c = 0,3$: Very weak relationship.
- $c = 0,4$: Weak relationship.
- $c = 0,5$: Average relationship.
- $c = 0,6$: Notable relationship.
- $c = 0,7$: Quite heavy relationship.
- $c = 0,8$: Heavy relationship.
- $c = 0,9$: Very heavy relationship.
- $c = 1$: Total relationship

If we have m analytical objectives P_m , and after the discussion between managers and analysts it has been obtained for each one of them the pertinent fuzzy subgroups, where $P_{i(j)}$ are the relationship attributions between managerial and analytical objectives, it will be represented by:

$$\begin{array}{c}
\begin{array}{cccccc}
C_1 & C_2 & C_3 & C_4 & \dots & C_n \\
\hline
P_{\sim 1}^{(1)} & P_{\sim 1}^{(2)} & P_{\sim 1}^{(3)} & P_{\sim 1}^{(4)} & \dots & P_{\sim 1}^{(n)} \\
\hline
\end{array} \\
\\
\begin{array}{cccccc}
P_{\sim 2}^{(2)} & P_{\sim 2}^{(2)} & P_{\sim 2}^{(3)} & P_{\sim 2}^{(4)} & \dots & P_{\sim 2}^{(n)} \\
\hline
\end{array} \\
\\
\dots \\
\begin{array}{cccccc}
P_{\sim m}^{(m)} & P_{\sim m}^{(m)} & P_{\sim m}^{(m)} & P_{\sim m}^{(m)} & \dots & P_{\sim m}^{(n)} \\
\hline
\end{array}
\end{array}$$

The suggested arrangement criterion for the analytical objectives is based on the distance concept [11, 12]. Among the different distances possible to consider, it is common to choose the Hamming relative distance by its simplicity and operability. This distance is obtained by the simple weigh up of the calculated differences, for each element, of the ownership characteristic functions taken with the defined objectives. In this sense, the relative distance is obtained from the corresponding absolute distances, like it is indicated as follow.

This measurement between C_{\sim} and $P_{\sim j}$ can be describing as:

$$d(C_{\sim}, P_{\sim j}) = \sum_{i=1}^n |C_i - P_i^{(j)}| \quad (1)$$

But, in general, what is employed is the relative distance, which consists in divide the absolute distance $d(C_{\sim}, P_{\sim j})$ by the number of referential elements that is n . It comes:

$$\delta(C_{\sim}, P_{\sim j}) = \frac{d(C_{\sim}, P_{\sim j})}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n |C_i - P_i^{(j)}|}{n} \quad (2)$$

The priority order to utilize the analytical objectives sighting to reach the raised managerial objectives will be, then, from the minor to the greater obtained distance.

4. Conclusions

The application of the analytical objectives definition tool was considered simple and effective by both the technical body (data mining analysts) and the company's director. He added that the tool clarified him about the type of study that was being applied on his website data. Thus, the purpose of developing a useful and of easy application tool to help in the hard task of translating the managerial objectives into analytical objectives was successfully reached. The incorporation of qualified techniques for the uncertainty treating on this investigation area favors, mainly, the possibility of incorporating more trustworthy information and with greater flexibility level to the existing models. Try to provide more reliability to the models given by the scientists and professionals has been the basic

proposed objective in this work. In this sense, the different fuzzy subgroups instruments contributions have been decisive for reaching our objectives.

As future works, we see the developing of new tools able to help in key points of the MKDD method. These points are generally those in which it is necessary to connect managerial and analytical worlds on a more structured way through a quantifiable model based on an information several times objective other than subjective, but carried of a high load of uncertainty.

References

- [1] J.R. Simson, "High performance digital music synthesizer", *IEEE Trans. on Consum. Electron*, vol. 38, no. 2, pp. 85-90, 1992.
- [2] S. Araya, M. Silva, R. Weber, "A methodology for web usage mining and its application to target group identification", *Fuzzy and Sets Systems*, vol. 148, pp. 139- 152, 2004.
- [3] W.H. Au, K.C. Chan, "Mining changes in association rules: a fuzzy approach", *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 149, pp. 87- 104, 2005.
- [4] F. Berzal, I. Blanco, D. Sanchez, J.M. Serrano, M.A. Vila, "A definition for fuzzy approximate dependences", *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 149, pp. 105-129, 2005.
- [5] P. Bosc, D. Kraft, F. Petry, "Fuzzy sets in database and information systems: Status and opportunities", *Fuzzy and Sets Systems*, vol. 156, pp. 418- 426, 2005.
- [6] G.E.P. Box, D.R. Cox, "An analysis of transformations (with discussion)", *J. R. Statistic*, vol. 26, pp. 211- 252, 1964.
- [7] F. Crespo, R. Weber, "A methodology for dynamic data mining based on fuzzy clustering", *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 150, pp. 267- 284, 2005.
- [8] J.J. Dahlgaard, K. Kristensen, G.K. Kanji, "Total quality management and education", *Total Quality Management*, vol. 6 – num. 5 & 6, pp. 445- 455, 1995.
- [9] C.A.R. Diniz, F. Louzada-Neto, "Data Mining: uma introdução", *XIV SINAPE – Associação Brasileira de Estatística (ABE)*, Brasil, 2000.
- [10] D.X. Fernandez, J. Riboldi, "MKDD: data mining no contexto de estatística e gerenciamento", *Anais do IX SEAGRO – ESALQ/USP*, Brasil, pp. 593- 597, 2001.
- [11] J. Gil Aluja, "Fuzzy sets in the management of uncertainty", Ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2004.

- [12] A.M. Gil Lafuente, “Fuzzy Logic in financial analysis”, Ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005.
- [13] A.M. Gil Lafuente, “Nuevas estrategias para el análisis financiero en la empresa”, Ed. Ariel, Barcelona, 2001.
- [14] J. Gil Lafuente, “Marketing para el nuevo milenio”, Ediciones Pirámide, Madrid, 1997.
- [15] D.F. Hair, R.E. Anderson, R.L. Tatham, W.C. Black, “Multivariate Data Analysis”, Practice Hall, New Jersey, 1998.
- [16] J. Han, M. Kamber, “Data Mining – Concepts and Techniques”, Morgan Kauffmann Publishers, San Francisco, 2001.
- [17] T.P. Hong, K.Y. Lin, S.L. Wang, “Fuzzy data mining for interesting generalized association rules”, *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 138, pp. 255- 269, 2003.
- [18] F.E. Petry, L. Zhao, “Data mining by attribute generalization with fuzzy hierarchies in fuzzy databases”, *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 160, pp. 2206-2223, 2009.
- [19] R. Srivastava, M. Cooley, P. Deshpande, “Web usage mining: discovery and applications of usage patterns from web data”, *SIGKDD Explorations*, vol. 2, pp. 12- 23, 2000.

**6.1.3. Artículo Publicado en el World Scientific Proceedings Series on
Computer Engineering and Information Science del MS'12 Rio**

**Strategic analysis under Uncertainty:
Finding the External Factors over Business**

*Anna Maria Gil-Lafuente, amgil@ub.edu
Emili Vizuete-Luciano, evizuetel@ub.edu,
Sefa Boria-Reverter, jboriar@ub.edu
University of Barcelona*

Abstract. The objective of this paper is to present a technical procedure to determine the impact of the external factors over the economical and financial structure of the business, considering that the size and sector are important in this analysis and fundamental in the decision making for the governments in each country. The fuzzy logic through the forgotten effects emerge as a powerful tool to analyze the enterprises and consider those factors that nowadays have been overlook; to consolidate this theory a business simulation with the purpose of evaluating this theory is shown, describing all outcomes and conclusions generated by the analysis.

Keywords.- Strategic analysis, external factors, forgotten effects theory, analysis financial.

1. Introduction.

The globalization phenomena has brought important developments inside the business boundary, nowadays any business has a chance to open to the overseas market, however this phenomena also forces every business man to create strategies that allow them to continue to grow and to be competitive in every market target.

The financial analysis of any kind of project establishes the mathematical, financial and analytical techniques that may bring about benefits or losses arising from investments or some other movements. This tool also supports the decision making on the investment activities. The traditional financial analysis has been focused on numbers, however, nowadays this is not sufficient to realize a success analysis due we have to consider strategic and economical tendencies that the business manager must know to achieve viability on the long term; this kind of analysis is called strategic analysis in which we will focus on the impact of environmental factors, being aware of either as an opportunity of making business and projects or dangers that might affect them [2] [16].

The macroeconomic effect has a sensitive impact principally in the small and medium enterprises (SME's), by its special and limited characteristics e.g. do not have protection about of the change of currency, do not have reserves economics in case of economical crisis, their patrimony is guaranty of the banker credit; but is important to considerate than the effect is different for each economical sector e.g. if the economical problem is increase in the oil price, the principal sector affected is industrial, but tourism sector is affected indirectly way by the increase in the transport but there are more opportunities by protect; with those simples examples it is possible to conclude that the incidence of the changes in the phenomenon of the economy is different in each sector or size of business.

It is a big deal to have all the information that allows us:

- Fulfilling strategic analysis that point out required actions for the business survival and up-date.
- Evaluating incidences of certain elements of the environment, about the main indicators of the business financial health.
- Evaluating competitiveness and make the best economical decisions.

The section 2 shows the object of the analysis and the relation of external factors in the analysis financial. Section 3 shows the analysis through “The forgotten Effects Theory” and the results in matrix shape and finally Section 4 provides the conclusions followed by the Bibliography.

2. Determination of the Objective.

The external factors are all those economic, politic and social factors that affect in either directly or indirectly way the financial situation of a business and we cannot modify them, it could become impossible to establish a list of factors for all the businesses in each country, however we do this first approach taking into consideration those factors that always affect companies no matter which country we could mention.

In the figure 1 we can see the relation between the elements in the financial structure and the financial evaluation; the figure 2 shows the relation of the external factors over the financial and economical structure.

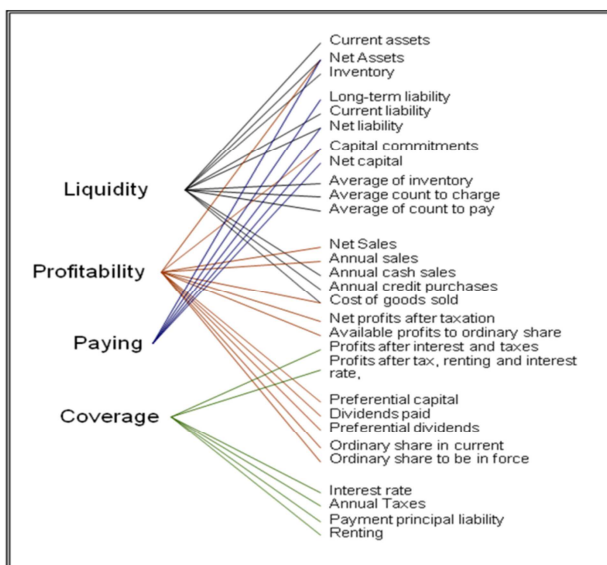


Figure 1.- Relation between the elements in the financial structure and the financial evaluation.

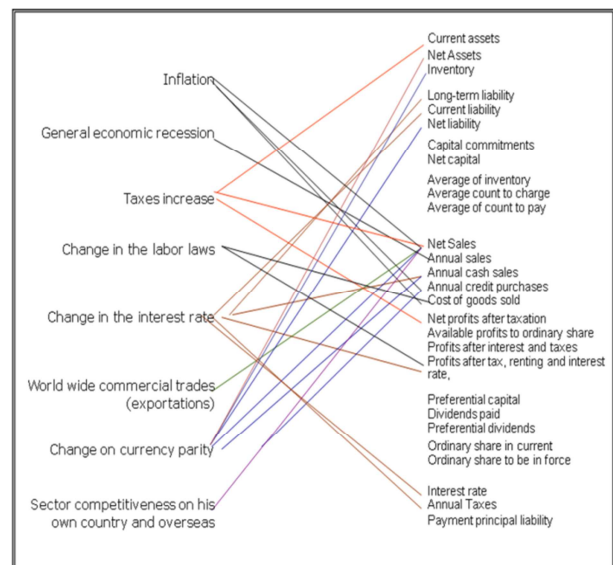


Figure 2.- Relation of the External Factors over the financial and economical structure.

In this moment, the question is: What will happen in the evaluation financial of the business if are there changes in some element of the external factors? we can see in the figure 3, that when there are variations of the elements in the financial structure generate by external factors, the financial evaluation is affected directly e.g. if there are some parity

changes, the direct affectation will be on the passive elements as well as on the sales and purchases and in consequence the status of liquidity, paying and profitability seem to be agitated and with these all the financial movements of the business (Figure 3).

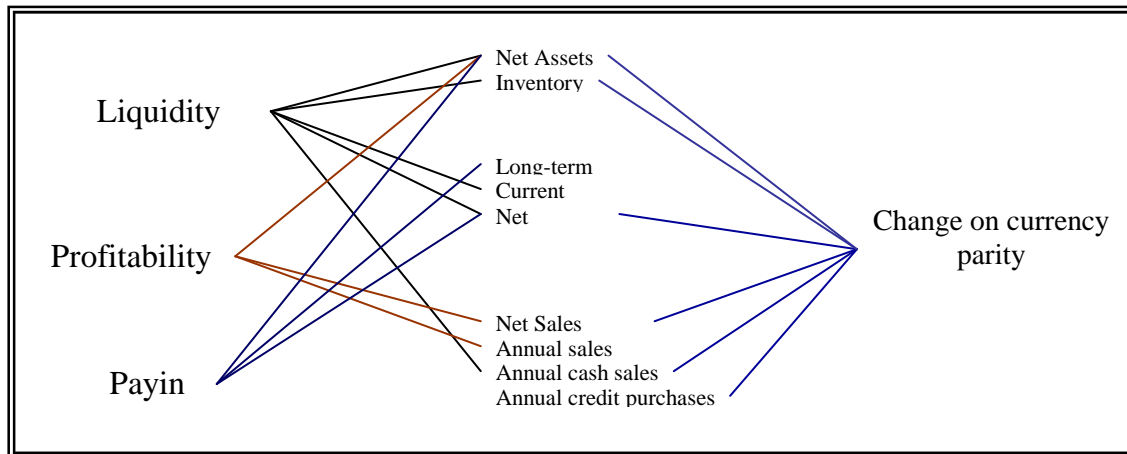


Figure 3.- *Effect in the financial ratios when there are changes on currency parity.*

The modifications on the interest rates will affect liquid funds, paying and coverage of the business, so we can continue to mention implications without any more study than the reasoning and the experience of the analyst, who evaluates all the financial information of the business, so it will be easy establish the incidence of each external factor to the business economical- financial structure (figure 4).

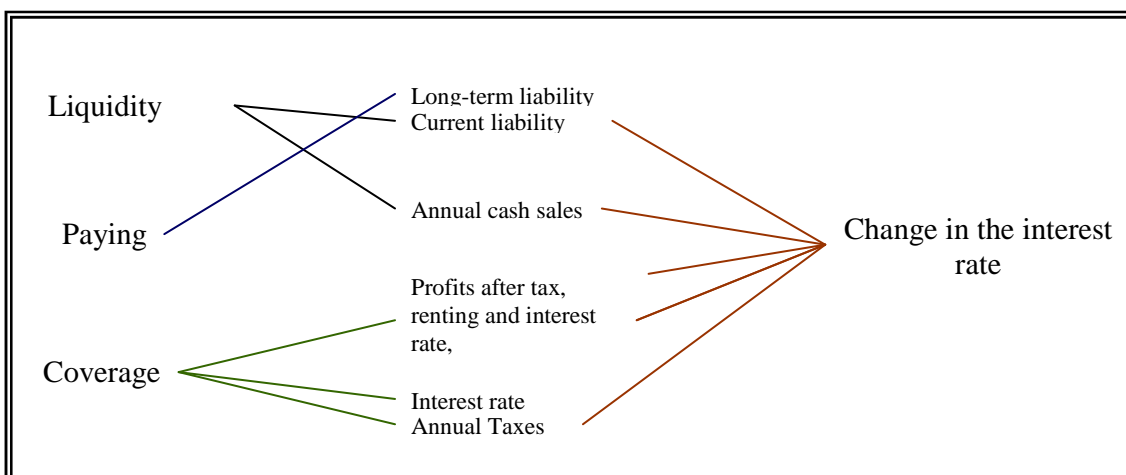


Figure 4.- *Effect in the financial ratios when there are changes on the interest rate.*

At first sight and with the analyst experience, it will be easy to make that evaluation and would be enough that an expert expresses his opinion about implications that each factor

could carry out however all the relationship possibilities of the external factors itself could not be considered in a precision way.

The Fuzzy-Logic theory applied into the science since 1965 and introduced by Lofty A. Zadeh has evolved worldwide in different knowledge fields, including the economical-financial [4][7][11], giving scientific models which analyze deeply the incidence topic, the forgotten effects theory, relating the effect idea over an element group over other element or over itself.

3. Analysis through “The forgotten Effects Theory”

The forgotten effects theory provides tools⁸ that allow us through the called qualitative incidence matrix [14], research cause-effect mechanisms, that it is not possible to find out through intuition or experience, which is the reason that motivate the study and application of this methodology, evaluating in this way the incidence of the external factors over the economical-financial structure of the business.

The analysis of several problems of different areas using incidence matrix, shows us that in the cases in which experts are aware of possible intermediate incidence, the matrix result with higher coherency in relation with the base of recovering process of intermediate effects, in which it is considered as a valid hypothesis the transitivity in all orders, out coming a consequence of a few forgotten effects [7]. This study includes the incidence of the external factors and the financial economical structure itself to reduce those forgotten effects. The models used in this study were formulated and proposed by Kaufman and Gil Aluja and the first approach to this topic was done by Gil Lafuente [9].

All organization whit the objective of analyze and evaluate the development of the SME's could be to use this model for to observer the effects of the economical and financial changes in countries and establish development of the politics in this business sector; for to present the compression easy of this tool , we show the application in one business considering than the results by each business will be accumulate whit other fuzzy logics tools⁹, in this paper is not presenting because need a profound study.

⁸ Composition of max-min, incidence qualitative matrices of first, second and consecutive order, application of reliable intervals and triplets, and development of expertons.

⁹ Expertons, reliable intervals and triplets.

Due to each business has different characteristics, according to the branch that they belong, geographic situation, size, sales destination as well as their purchase base, we simulate a manufacture medium size branch business, that is purchasing on his own country (America), and his sales are assigned 80% local and 20% overseas; according to the opinion of several experts who have evaluated the economical-financial situation and the external factors incidence on the financial-economical structure, getting the next matrix. At first, we specify the input required for our study[1]:

External Factors: Fulfilling an evaluation of main factors exposed by the science community during the last 10 years¹⁰, Gil Lafuente analysis and the most representative factor on those develop economies [3][5][10][17][18][19][20].

A ₁	Inflation	A ₅	Change in the interest rate
A ₂	General economic recession	A ₆	World wide commercial trades (exportations)
A ₃	Taxes increase	A ₇	Change on currency parity
A ₄	Change in the labor laws	A ₈	Sector competitiveness on his own country and overseas.

Elements of the economical-financial structure: The financial statement elements have been listed in figure 1 and we have considered that the origin of the financial evaluation can be represented in a general way through the next titles (They are the elements of the economical and financial structure and represent the origin of the financial ratios):

B ₁	Current assets	B ₇	Annual credit purchases	B ₁₃	Foreign sales
B ₂	Fixed asset	B ₈	Cost of goods sold	B ₁₄	Operating expenses
B ₃	Current liability	B ₉	Interest	B ₁₅	Taxes
B ₄	Long-term liability	B ₁₀	Leasing	B ₁₆	Net profit
B ₅	Capital Commitments	B ₁₁	Annual cash sales		
B ₆	Annual cash purchases	B ₁₂	Annual credit sales		

The objective of this study is not to set items of strict nature but to establish a methodology that can be clear with the objective of being a tool that allows finding the effect of external factors in the financial-economic structure.

We will start the process of analysis through next steps:

a. The object of study is the incidence of external factors in the financial situation, that is why an evaluation has been made, where the opinion of experts has been collected, who

¹⁰ 519 paper was analyzed in the dates base Isi Web, whit the keywords relative at external factors in the business field and results of the personal study making in México, Chile and Argentina.

consider that the conditions of the business have been taken from the next incidence matrix R (Figure 5). Boxes that have 0 (zero) incidence mean that in this case, has been not consider a relation of causation between this elements.

\mathcal{R}	Current assets	Fixed asset	Current liability	Long term liability	Capital Employed	Annual cash purchases	Annual credit purchases	Cost of goods sold	Interest	Leasing	Annual cash sales	Annual credit sales	Foreign sales	Operating expenses	Taxes	Net profit
Inflation	0,9	1	0,7	0,7	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0,8	0	0,7
General Economic recession	0	0	0	0	0	0,8	0,8	0	0,6	0,6	0,9	0,9	0,3	0,5	0	0,9
Taxes increase	0,4	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	1	0,3
Change in the labor laws	0	0,4	0,4	0,5	0	0	0	0,2	0	0,1	0	0	0	0	0,4	0,3
Change in the interest rate	0,6	0,4	0,5	0,3	0	0	0,7	0	1	0	0	0,4	0	0	0	0,1
World wide commercial trades (exportations)	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,5	0	0	0,3	0,7	1	0	0,5	0,4
Change on currency parity	0,3	0,2	0,2	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0,3	0,7	1	0,2	0	0,2
Sector competitiveness on his own country and overseas	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0	0	0,5	0	0	0	0	0,8	0,9	0	0,8

Figure 5.- Matrix R, external factors incidence over the Economical-financial structure of the business.

b. With the purpose of avoiding that there are forgotten effects in the analysis, and continue with the Kauffman and Gil Aluja's models [14] [8], has been requested to experts that give their opinion about the incidence that have the financial structure elements over themselves (Figure 6) and appraisal of the external factors over themselves (Figure 7).

\mathcal{F}	Inflation	General Economic recession	Taxes increase	Change in the labor laws	Change in the interest rate	World wide commercial trades (exportations)	Change on currency parity	Sector competitiveness on his own country and overseas
Inflation	1	1	0,5	0,4	0,8	0,6	0,9	0,7
General Economic recession	1	1	0	0	0,7	0,8	0,3	0,9
Taxes increase	0	0,9	1	0	0,4	0,6	0	0,8
Change in the labor laws	0,3	0,5	0,7	1	0	0	0	0,8
Change in the interest rate	0,9	0,8	0,3	0	1	0,4	0,2	0,6
World wide commercial trades (exportations)	0,2	0	0,1	0,4	0,2	1	0	0,6
Change on currency parity	0,8	0,5	0	0	0,2	0,7	1	0,8
Sector competitiveness on his own country and overseas	0	0	0	0	0	0,7	0	1

Figure 6.- Matrix F, incidence of external factors over themselves.

It is very important outline that to get the matrix E the International Accounting Standard Board rules [12] have been considered and later on the appraisal of the numbers from business that is been evaluated.

E	Current assets	Fixed asset	Current liability	Long term liability	Capital Employed	Annual cash purchases	Annual credit purchases	Cost of goods sold	Interest	Leasing	Annual cash sales	Annual credit sales	Foreign sales	Operating expenses	Tases	Net profit
Current assets	1	0,1	0,2	0	0,1	0	0	0,3	0,3	0,1	0	0	0	0,4	0,2	0,4
Fixed asset	0	1	0	0	0	0	0	0,1	0,3	0	0	0	0	0,5	0	0
Current liability	0,1	0	1	0	0,4	0	0,9	0	0,2	0	0	0	0	0,3	0	0
Long term liability	0	0	0	1	0,1	0	0,4	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	0
Capital Employed	0,2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0
Annual cash purchases	0,2	0	0	0	0	1	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,3	0,2
Annual credit purchases	0,1	0	0,5	0,3	0	0	1	0,2	0	0	0	0	0	0,3	0,4	0,2
Cost of goods sold	0,3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,4	0,4	0,4	0	0,3	0,3
Interest	0,3	0,4	0,7	0,8	0,5	0	0,4	0	1	0,4	0	0,5	0,2	0,4	0	0,3
Leasing	0,1	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0,3	1	0	0	0	0,2	0	0,1
Annual cash sales	0,2	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,3	0,3
Annual credit sales	0,3	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	1	0	0,1	0,3	0,5
Foreign sales	0,2	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3	0,3	0,7
Operating expenses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,6	0,6
Tases	0,2	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3
Net profit	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Figure 7.- Matrix E, incidence of financial structure elements over themselves

c. The matrix method is more comfortable and the use of correlation max-min, avoid the possible mistakes that can be done when math are done directly over a chart [7]. Without trying to do some huge the development of the analysis and using the technique of composition of max-min [15], we realize the composition (the usual symbol is “o”) between matrix F and R, and the incidence matrix give us the outcomes shown in figure 8.

$F \circ R$	Current assets	Fixed asset	Current liability	Long term liability	Capital Employed	Annual cash purchases	Annual credit purchases	Cost of goods sold	Interest	Leasing	Annual cash sales	Annual credit sales	Foreign sales	Operating expenses	Tases	Net profit
Inflation	0,9	1	0,7	0,7	1	0,8	0,8	1	1	0,6	0,9	0,9	0,9	0,8	0,5	0,9
General Economic recession	0,9	1	0,7	0,7	1	0,8	0,8	1	1	0,6	0,9	0,9	0,8	0,9	0,5	0,9
Taxes increase	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,8	0,8	0,5	0,6	0,6	0,9	0,9	0,8	0,8	1	0,9
Change in the labor laws	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7	0,8
Change in the interest rate	0,9	0,9	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9	1	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,4	0,8
World wide commercial trades (exportations)	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,1	0,2	0,5	0,2	0,1	0,3	0,7	1	0,6	0,5	0,6
Change on currency parity	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,5	0,5	0,8	0,8	0,5	0,5	0,7	1	0,8	0,5	0,8
Sector competitiveness on his own country and overseas	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,1	0,2	0,5	0	0	0,3	0,7	0,8	0,9	0,5	0,8

Figure 8.- Matrix of composition of F or R matrixes.

With this procedure we have interrelated the matrix R with the incidence the external factors have in a reflexive matrix that allow to decrease the forgotten effects or establish a matrix with accumulated effects.

Since this moment, is possible to watch that the main changes are created where expression effects to fix: asset, employed capital, cost of sales, current asset; incidences that in original matrix were no considers with the experts opinion.

d. Continue with our analysis, first stage has been covered, lets back to do the correlation between this second degree matrix (FoR) and matrix E that represent the incidence of elements of financial structure with themselves. The matrix's outcomes (Figure 9) have the full incidences, because it has, not only the causation's relationship of external factors over the elements of economical-financial structure, but the incidence's relationship of those factors and elements with themselves.

Due to the accumulation of the effects of second generation, is necessary to remove the effects of first degree from effects of first and second degree to avoid that we are seeing ratings with a high intensity¹¹.

$F \circ R \circ E$	Current assets	Fixed asset	Current liability	Long term liability	Capital Employed	Annual cash purchases	Annual credit purchases	Cost of goods sold	Interest	Leasing	Annual cash sales	Annual credit sales	Foreign sales	Operating expenses	Taxes	Net profit
Inflation	0,9	1	0,7	0,8	1	0,8	0,8	1	1	0,6	0,9	0,9	0,9	0,8	0,6	0,9
General Economic recession	0,9	1	0,7	0,8	1	0,8	0,8	1	1	0,6	0,9	0,9	0,8	0,9	0,6	0,9
Taxes increase	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,8	0,8	0,5	0,6	0,6	0,9	0,9	0,8	0,8	1	0,9
Change in the labor laws	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7	0,8
Change in the interest rate	0,9	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	1	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,6	0,8
World wide commercial trades (exportations)	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,1	0,4	0,5	0,3	0,2	0,4	0,7	1	0,6	0,6	0,7
Change on currency parity	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,5	0,7	0,8	0,8	0,5	0,5	0,7	1	0,8	0,6	0,8
Sector competitiveness on his own country and overseas	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,1	0,4	0,5	0,3	0,1	0,4	0,7	0,8	0,9	0,6	0,8

Figure 9.- Matrix of results from the composition of F, R y E matrixes.

¹¹ Kauffman and Gil Aluja 1989, pages 35- 40

However is important point that 0 (zeros) that we get from next matrix (figure 10) are identical evaluations with the original matrix (R) and it allows to us identifying which the forgotten effects were $F \circ R \circ E - R$ not considered in the first approach.

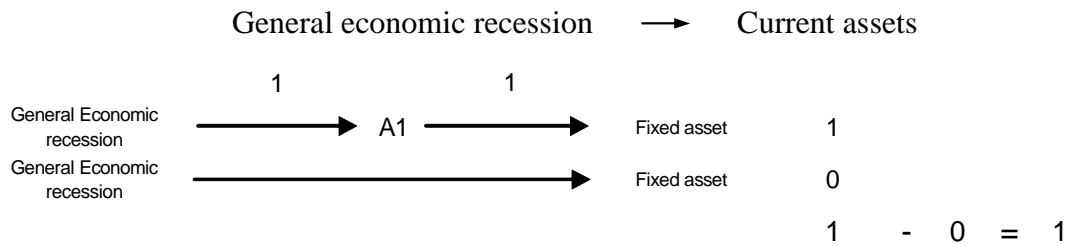
$F \circ R \circ E - R$	Current assets	Fixed asset	Current liability	Long term liability	Capital Employed	Annual cash purchases	Annual credit purchases	Cost of goods sold	Interest	Leasing	Annual cash sales	Annual credit sales	Foreign sales	Operating expenses	Taxes	Net profit
Inflation	0	0	0	0,1	0	0,8	0,8	0	0	0,6	0,9	0,9	0,9	0	0,6	0,2
General Economic recession	0,9	1	0,7	0,8	1	0	0	1	0,4	0	0	0	0,5	0,4	0,6	0
Taxes increase	0	0,5	0,3	0,6	0,5	0,8	0,8	0,5	0,6	0,6	0,9	0,9	0,8	0,6	0	0,6
Change in the labor laws	0,4	0,1	0,1	0	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5	0,8	0,8	0,3	0,5
Change in the interest rate	0,3	0,5	0,2	0,5	0,9	0,8	0,1	0,9	0	0,6	0,8	0,4	0,6	0,8	0,6	0,7
World wide commercial trades (exportations)	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0	0,2	0	0,3	0,2	0,1	0	0	0,6	0,1	0,3
Change on currency parity	0,5	0,6	0,5	0,7	0,8	0,5	0,6	0,8	0,8	0,5	0,2	0	0	0,6	0,6	0,6
Sector competitiveness on his own country and overseas	0	0	0	0	0,1	0,1	0,4	0	0,3	0,1	0,4	0,7	0	0	0,6	0

Figure 10.- Matrix of composition of F or R or E matrixes, less the original matrix (R).

The next is looking for the intermediate incidences through the forgotten effect [8] were made. Taking matrix R (Figure 5) and compare the input row and the output column to find the biggest minimal from next forgotten effects, consider the most outstanding to have a huge appraisal and a null relation considered by the experts at the moment to do the incidence matrix R (Figure 10). Now is possible to see that at the beginning no value had been given to the effect that a general economic recession has over the fixed asset, equity, cost of goods sold and current assets because it was no consider a direct incidence, however through the results of this model those effects have to be considered.

In the same way, inflation and increase of taxes, is considered that at the beginning, they produce direct affectation in the accounts of the statement of financial condition, without important modifications on the accounts of income statement, but the model reflects high incidence in sales accounts. The same happens with the relationship between changes in the bank interest with equity and cost of goods sold. Let see which are the intermediate relationships that make this appraisal in order to define such important variation that will help us of take decisions when the financial statements are evaluated. Lets consider the

nomenclature used at the beginning of this document, to make easy the introduce of this analysis.



In this way is possible to identify that the first appraisal of 1 is created in the matrix of max-min composition F or R due to the relationship that exists the inflation it self (A₁,A₁) as showed in Figure 11.

$$\begin{aligned}
 v (A 2 , B 2) &= \\
 (A 1 , A 1) &= (1,0 \wedge 1,0) = 1 \\
 (A 2 , A 2) &= (1,0 \wedge -) = 0 \\
 (A 3 , A 3) &= (- \wedge -) = 0 \\
 (A 4 , A 4) &= (- \wedge 0,4) = 0 \\
 (A 5 , A 5) &= (0,7 \wedge 0,4) = 0 \\
 (A 6 , A 6) &= (0,8 \wedge -) = 0 \\
 (A 7 , A 7) &= (0,3 \wedge 0,2) = 0 \\
 (A 8 , A 8) &= (0,9 \wedge 0,5) = 1
 \end{aligned}$$

Figure 11.- Determination of value from the incidence of (A₂,B₂) Through Max-min composition method for F o R. matrices.

It means that it is a factor did not consider at the beginning through this subjective analysis. Using the same procedure the intermediate relationships are obtained to other forgotten factors (Figure 12).

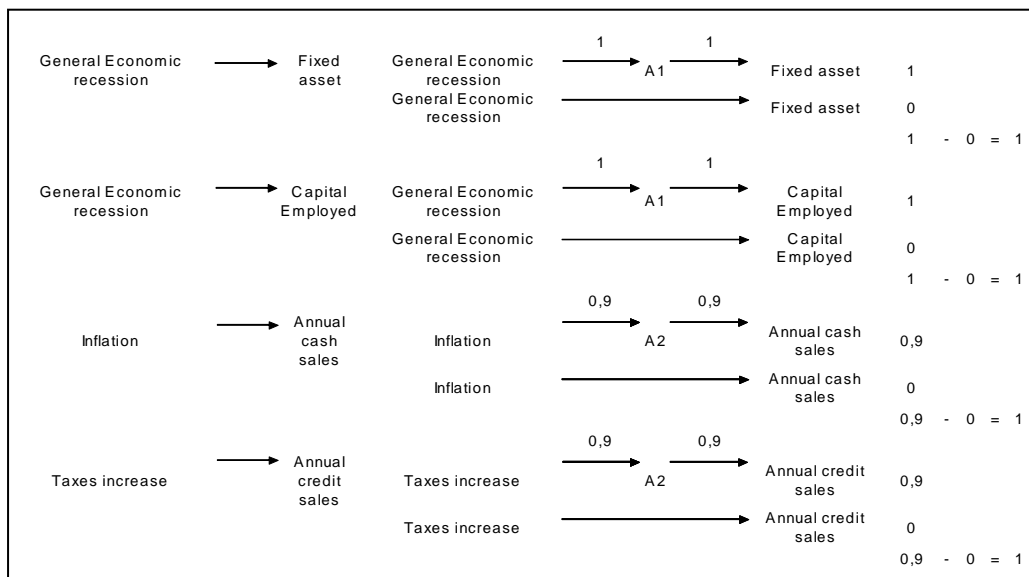


Figure 12.- Relationship of forgotten set factors.

The chart that is introduced next (Figure 13) shows in a visual way what was described through process of correlation max-min of blurred matrix. It represents the “connection that expert’s mind should done to link a cause with an effect” [10], however, do this assessment in a intuitive way would be complex and extremely difficult with chances of make mistakes, the procedures described by Kauffman and Gil Aluja have been used in many projects and showed to fulfill the properties to back up the outcomes.

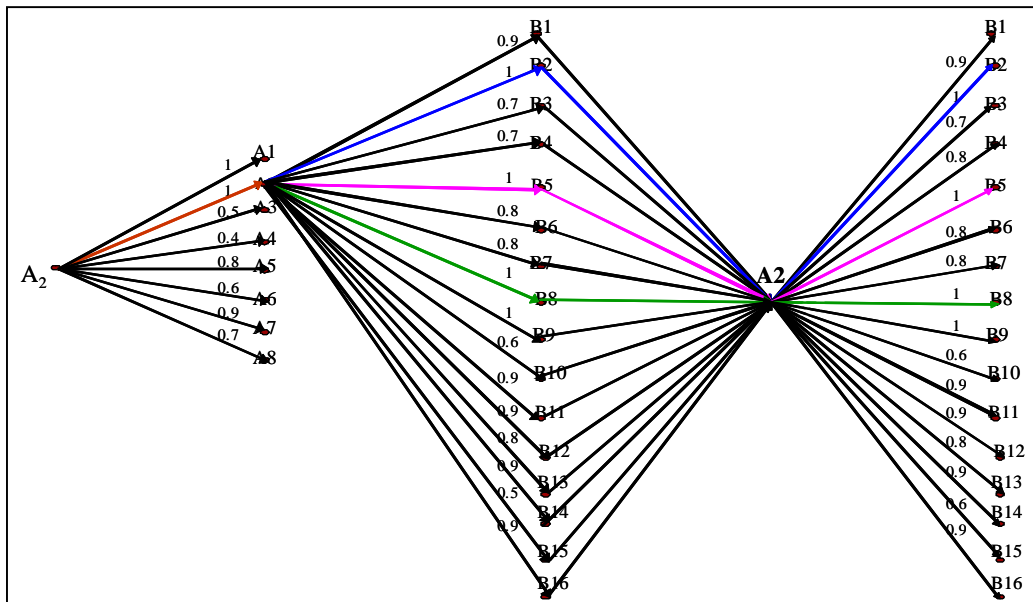


Figure 13. To get of forgotten effects through of charts, unknown because for the General Economic recession in the current liability, capital commitments and cost of goods sold.

With the support of the Expertons [13] (tools of the fuzzy logic) is possible to integrate the results of the groups or economic sectors how the SME’s whit this results is possible to analyze the comportment and affectation by the external factors in their situation economical and financial structure and take the best decision in the politics for their development. The objective of that procedure is to accumulate the results and offered general dates about of the two or many groups.

4. Conclusions

The intuition in the analysis financial, leads us to consider some incidences, but it is not until those ideas are captured and assessed through the mathematical procedures, what let us set that by drawing lines in a subjective way will bring itself omissions that Fuzzy Logic theory has rescued through procedures.

If an element of financial-economic structure is not properly assessment or showed for a better decision taking, without considering those external factors that have an incidence over the numbers that reflect, we can take decisions that in the future will be affected.

Nowadays in Latin America's countries there are procedures that allow reflecting the affectation of the inflation as a big external factor for these economies, however, the indirect repercussions can be assessed through the model told before, because as we saw in some examples, inflation still affects in an indirect way the assessment of others concepts.

The application of this model at institutional level, offered results of importance for the investigation of the sensitive sectors (SME's) to the economic - political and social changes of a country, in this case, it is possible to evaluate the impact that produces these alterations and giving sufficient information to establish measurements of action on this matter.

References

- [1] Anselin Avila, Erika, “*The effects of the Incidence of External Factors in the Economical and Financial Structure of the Business: Application of the Fuzzy Logia*”, International Conference on Modelling and Simulation, at the Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, April 27-29, 2005.
- [2] Arrarte Mera, Raúl., “*Importancia del Análisis Estratégico de los Estados Financieros Empresariales*” Asociación Interamericana de Contabilidad, Lima Perú, Free Press (Web) 2003.
- [3] Bala Subrahmanya, M.H., “*Pattern of technological innovations in small enterprises: a comparative perspective of Bangalore (India) and Northeast England (UK)*”, Technovation, Vol. 25 Issue 3, p269, 12p; DOI: 10.1016/S0166-4972(03)00094-4; 2005.
- [4] Bosca, José E.; Escriba, Javier; Murgui, Maria José “*Total Factor Productivity Growth in Spanish Regions: Effects of Quasi-Fixed and External Factors and Varying Capacity Utilization*” Regional Studies, v. 38, iss. 6, pp. 587-601, August 2004.
- [5] Capello, Roberta; Faggian, Alexandra, “*Collective Learning and Relational Capital in Local Innovation Processes*”, Regional Studies, Vol. 39 Issue 1, p75, 13p; 2005.
- [6] Dholakia, Ruby Roy; Kshetri, Nir. “*Factors Impacting the Adoption of the Internet among SMEs*”; Small Business Economics, v. 23, iss. 4, pp. 311-22, November 2004.
- [7] Gento Angel, Lazzari Luisa L., Machado Emilio A. M. “*Reflexiones acerca de las matrices de incidencia y la Recuperación de efectos olvidados*” VI Congreso de SIGEF, Morelia, Michoacán, México, Trabajo desarrollado en el marco del Proyecto UBACyT TE22, noviembre de 1999.
- [8] Gil Lafuente Anna María, Anselin Avila Erika.- “*Comportamiento de los elementos en la Teoría de los Efectos Olvidados*” XII Congress of International Association for Fuzzy-Set Management and Economy, Bahía Blanca – Argentina, October 26-28, 2005.
- [9] Gil Lafuente, Anna María. “*Fundamentos de Análisis Financiero*” Ariel, S.A., Córcega, 270, Barcelona, España. 1993.
- [10] Gil Lafuente, Anna Maria. “*Determination of the possible strategies for the reduction of the indebtedness of the company*” Fuzzy Economic Review No. 1 Vol. I, pp.59-82, Mayo 1996.
- [11] Gollier C, Treich N. “*Decision-making under scientific uncertainty: The economics of the precautionary principle*” Journal of Risk and Uncertainty 27 (1): 77-103 AUG 2003.
- [12] International Accounting Standard Board (IASB), International Accounting Standards Committee Foundation, 2004.
- [13] Kaufmann, A. y Gil Aluja J., “*Técnicas Especiales para la gestión de expertos*” Ed. Milladoiro, Santiago de Compostela, 1993.
- [14] Kaufmann, A. y Gil Aluja J., “*Modelos para la investigación de efectos olvidados*” Santiago de Compostela, Milladoiro, 1989.
- [15] Kaufmann, A. y Gil Aluja J., “*Técnicas Operativas de Gestión para el tratamiento de la incertidumbre*” Santiago de Compostela, Milladoiro, 1989.
- [16] Melville, Nigel; Kraemer, Kenneth; Gurbaxani, Vijay. “*Information technology and organizational performance: an integrative model of it business value*” MIS Quarterly, Vol. 28 Issue 2, p283, 40p, 2 charts, 1 diagram., Junio 2004.
- [17] Méndez Morales, José Silvestre, “*Fundamentos de Economía*”, McGraw-Hill, México, 1994.
- [18] Mundaca, Gabriela. “*Optimal bailout during currency and financial crises: A sequential game analysis*”, Memorandum 27/2002, Oslo University, Department of Economics, 2003.
- [19] Raynauld, Andre. “*The Impact of External Shocks on the Current Account*” Atlantic Economic Journal, 0197-4254, Vol. 18, Issue 1, March 1, 1990.
- [20] Reyes Guzmán, Gerardo; Muñoz Santiago, Bertha; Moslares García, Carlos. “*El tipo de cambio flexible y la política monetaria en México: 1995-2003; Problemas del Desarrollo*”, v. 35, iss. 136, pp. 49-63, Jan.-March 2004.

6.2. Artículos indexados en CARHUS

6.2.1. Artículo Publicado en INTANGIBLE CAPITAL

LOS COSTES DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA EN EL CAMPO MEDIOAMBIENTAL

Sefa Boria Reverter, Ana García-González, Emili Vizuete Luciano, Anna
M^a Gil-Lafuente, Montserrat Crespi-Vallbona,

Departamento de Organización de Empresas, Universitat de Barcelona,
Av. Diagonal 690, 08034, Barcelona, España

jboriar@ub.edu, anagarcia@ub.edu, evizuetel@ub.edu, amgil@ub.edu, mcrespi@ub.edu

Objeto: Conocer cómo la aplicación de políticas medioambientales facilita la identificación de costes ocultos y su posterior reducción. Además tratamos de determinar si éstos tienen relación con las distintas estrategias medioambientales empleadas.

Diseño/metodología: Estudio empírico realizado mediante una encuesta telefónica a toda España en 2012, con el objetivo de disponer de una muestra lo suficientemente representativa. El retorno fue del 15%, obteniendo una muestra valida de 141 empresas de las 943 empresas contactadas.

Aportaciones y resultados: Se demuestra la relación entre el comportamiento de los costes, conocimiento de los desconocidos y ocultos con las estrategias medioambientales.

Limitaciones: Disponer de una mayor muestra que permitiera obtener resultados relacionados con el tipo de sector y verificar el resultado por comunidades autónomas.

Implicaciones prácticas: Las organizaciones pueden tomar conciencia de cuál es la reacción de los costes en función de su actuación en el campo medioambiental.

Valor añadido: Las políticas medioambientales en el campo de la RSC facilitan la detección de costes desconocidos u ocultos, permitiendo su evaluación y la toma de decisiones al respecto. Las mejoras obtenidas pueden revertir en la sociedad gracias al desarrollo de políticas medioambientales y suponen una ventaja competitiva para la empresa.

Palabras clave: Responsabilidad Social Corporativa, Gestión Medioambiental, Sostenibilidad, Costes Medioambientales.

Códigos JEL: [Texto]

1. Antecedentes

En la era del ciudadano global, afectado por una importante crisis, escándalos a nivel económico-financiero, político y/o religioso, se forman movimientos de protesta con el objetivo de provocar cambios sociales mundiales.

Todo ello generó que en el año 2001 se publicara el Libro Verde de la Comisión de la Comunidad Europea (COM 2001/336), cuyo objetivo era y es "fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas" y definiendo la RSC como "la integración voluntaria, por parte de las empresas, de las preocupaciones sociales y medioambientales en sus operaciones comerciales y en sus relaciones con todos sus interlocutores". Ello implica una temática amplia y variada, como por ejemplo la protección del medio ambiente, contratación de mujeres maltratadas, personas disminuidas o reclusas de tercer grado, protección de los empleados, códigos éticos, transparencia informativa o voluntariado dentro del personal de la empresa, y que con el paso del tiempo se va ampliando al existir nuevas preocupaciones sociales. Es importante el hecho de que todas estas actividades de RSC están divididas en tres grandes bloques: desempeño económico, desempeño medioambiental y desempeño social; recogidas por escrito, para poder mostrar los avances en esta materia a los propios stakeholders. En todas ellas no solo se desea un producto o servicio de calidad, sino que además se pretende garantizar, (Navarro, 2012:10-20), distintos elementos como:

- una producción en que los trabajadores implicados en el proceso hayan desarrollado su trabajo sin sufrir discriminación de ningún tipo
- que esta producción se realice teniendo en cuenta la afectación medioambiental
- que sea una empresa que luche contra la corrupción y/o que defienda los Derechos Humanos.

En España, en marzo del 2011 se aprobó la Ley de Economía Sostenible, que aunque no define un marco de RSC, si trata alguno de sus aspectos. En octubre del 2011, en la comunicación "Una renovada estrategia de la Unión Europea 2011-2014 para la RSC" de la Comisión Europea para el Parlamento Europeo, el Consejo, el Comité Económico y Social Europeo y el Comité de las Regiones, definieron la RSC como la "la responsabilidad de las empresas sobre sus impactos en la sociedad", eliminando en su definición el concepto de voluntariado.

Con la aplicación de políticas de RSC los procesos de gestión y la toma de decisiones cambian para adaptarse a los deseos de los stakeholders, que están cada vez más concienciados de que la empresa en la actualidad ha de cumplir unos requisitos de sostenibilidad, sin embargo, para la supervivencia de la organización necesita que la rentabilidad se obtenga juntamente con la responsabilidad (Redondo, 2006:11). Este

trabajo se centra en los costes en la parcela medioambiental, como uno de los pilares fundamentales de la RSC.

Se ha de tener en cuenta que ya en 1993, se aprobó en Europa el Reglamento 1863/93 (EMAS) sobre gestión y auditoría medioambiental, en 1996 se publicó la Norma ISO 14001 sobre gestión medioambiental, y en el 2001 aparece un nuevo Reglamento europeo, el Reglamento 761/2001 de la UE (EMAS II). Esta normativa permitió a las organizaciones que habían implantado un sistema de gestión medioambiental obtener una certificación y demostrar, así, ante terceros su actitud respetuosa ante el medio ambiente y animó a algunas empresas a emprender el mismo camino. Posteriormente el Reglamento 196/2006, modificó el anexo 1, del Reglamento 761/2001.

España, en valores absolutos, en el año 2011, con 16.341 certificaciones, es el segundo país de Europa, después de Italia con 21.009. Sin embargo, cabe recordar que debido a que la valoración de los costes y beneficios medioambientales es difícil; existe la apreciación de que la gestión medioambiental implica costes que superan los beneficios.

2. Empresas del IBEX-35: Análisis Particular

El informe elaborado por el Observatorio de la Responsabilidad Social Corporativa: "La Responsabilidad Social Corporativa en las memorias anuales de las empresas del IBEX 35- análisis del ejercicio 2010", muestra como estas organizaciones en el campo medioambiental no asumen explícitamente la responsabilidad de los efectos que provocan en el medioambiente y en la salud humana en todas sus actividades.

Para obtener esta información utiliza los siguientes indicadores:

Código	Medio ambiente	Nº.Empleadas 2008	%	Nº.Empleadas 2010	%
I.C. 14	Principio de precaución Medio Ambiente	2	6 %	2	6 %
I.C. 16	Información sobre multas asociadas a incumplimientos asociados a Medio Ambiente	9	26 %	9	26 %
I.C. 17	Impactos ambientales significativos de los principales productos y servicios	7	20 %	3	9 %
I.C. 5	Principio de prevención Medio Ambiente	13	37 %	27	77 %
I.C. 18	Actuación de los proveedores en relación a los aspectos medioambientales	11	31 %	9	26 %
I.C. 19	La empresa asume la responsabilidad por los efectos sobre el medio ambiente y la salud humana de todas sus actividades	0	0 %	0	0 %

Tabla 1. Indicadores utilizados

Donde se define el número de empresas analizadas que:

I.C. 14	Se comprometen expresamente con el principio de precaución en su actuación medioambiental, es decir, toman medidas para reducir la probabilidad de sufrir una catástrofe ecológica, a pesar de que se ignore la posibilidad de que ésta ocurra.
I.C. 15	Explícitamente aplican el principio de prevención en su actuación medioambiental, es decir, toman medidas ya que se conoce la frecuencia de un evento catastrófico o puede calcularse el riesgo de alguna manera.
I.C. 16	Suministran algún tipo de información sobre las multas recibidas en el ejercicio, en el campo medioambiental.
I.C. 17	Proveen algún tipo de información sobre las externalidades ambientales negativas que generan sus productos y/o servicios.
I.C. 18	Aporta información sobre requisitos exigidos a sus proveedores sobre aspectos medioambientales.
I.C. 19	Establecen un compromiso corporativo expreso de asunción de la responsabilidad por los efectos sobre el medio ambiente y la salud humana de todas sus actividades.

Tabla 2. Definición de los Indicadores

La publicación de este informe no analiza los costes de la gestión medioambiental, sino que muestra como las empresas del IBEX-35 actúan en este campo, los impactos que provoca y las medidas que toman.

En relación al principio de precaución (I.C.14), se observa que el número de empresas ha sido constante a lo largo de este periodo, sin embargo el principio de prevención (I.C.15), se ha incrementado desde un 37% a un 77%, es decir explícitamente se comprometen a ello o a través de la firma del Pacto Mundial. De todas formas el mismo informe comenta el hecho de que existe una cierta confusión por parte de las organizaciones entre el "enfoque preventivo" que indica el Pacto Mundial y el "precautionary approach" que indica el Global Compact.

Sobre las multas que han sufrido las empresas del IBEX-35 (I.C. 16), solo el 26% de ellas facilitaron información en los dos años que se muestran, pero esta no puntualiza, ni el nivel de los daños sufridos, ni su gravedad, ni como han asumido el coste de las sanciones, así como tampoco cuales son las acciones que se han efectuado para la reparación, ni su coste, así como las medidas tomadas para que no vuelvan a suceder. Sin embargo, la información sobre las externalidades negativas en el campo medioambiental (I.C.17), de un 20% ha pasado a un 9% las empresas que han explicitado sobre ello, sin embargo, en los dos periodos los informes son inconclusos y, en general, se opta por una minimización e infravaloración de los mismos, ya que no trata sobre localizaciones geográficas, líneas de negocio, productos,...., teniendo en cuenta que en el IBEX-35 hay empresas de sectores que pueden afectar en gran medida sobre el medioambiente.

Sin embargo, en el entorno global la RSC de una empresa se desarrolla a través de sus subcontratistas y proveedores (I.C.18), se puede observar que en el transcurso de este periodo han descendido de 11 a 9 empresas las que proporcionan alguna información acerca de ello es genérica y cualitativa, pero ello no implica que no se solicite a los proveedores que dispongan de certificaciones del tipo ISO 14000 o similares, o que cumpla con los principios del Pacto Mundial de Naciones Unidas, pero en la información no se explicita sobre cuáles son los mecanismos de verificación y seguimiento del grado de cumplimiento de estos proveedores.

Finalmente, resulta sugerente que las empresas del IBEX-35 no establezcan un compromiso corporativo sobre la capacidad de asumir su responsabilidad por los efectos sobre el medio ambiente y la salud humana de cualquier de sus actividades (I.C.19).

3. Revisión de la Literatura

La RSC entendida como voluntaria implica un grado de concienciación de las externalidades negativas que las organizaciones pueden provocar, sin embargo, la motivación de su aplicación, a través de la argumentación económica-racional, se basa en un futuro incremento de ingresos o reducción de posibles costes futuros, derivados en tres tipológicas; sanciones, indemnizaciones y coste por los efectos reputacionales negativos provenientes de los dos anteriores (Pucheta et al., 2010: 248-272).

Es importante reseñar que en el "Séptimo Programa de Acción de la Comunidad Europea en materia de Medio Ambiente-Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta" (COM 2012/710), válido hasta el año 2020, no solo se plantea una producción más sostenible, sino también se traspassa a la sociedad ese deber. Por otro lado también difunde que existen instrumentos políticos como los incentivos económicos, para que las empresas y consumidores conozcan como repercuten sus actividades sobre el medioambiente y cómo gestionarlo de forma adecuada. Mientras que por otro lado avisa que las organizaciones renuncian a las oportunidades que ofrece una gestión eficiente de recursos, como la reducción de costes y por otro lado, la escasez de recursos con la consecuente limitación de abastecimiento, por ello fomenta a la innovación en temas de sostenibilidad en las empresas, sin olvidar que la administración revisará Directivas en relación al Diseño Ecológico y el Etiquetado Energético, con el fin de mejorar el comportamiento ambiental y la eficiencia. Mientras que por otro lado comenta que los costes por no implantación de la legislación de medio ambiente supone unos 50.000 millones de euros al año, por ello, insta a las empresas que faciliten en sus informes financieros información medioambiental en mayor medida que lo que exige la actual legislación (COM 2012/216), fomentando prácticas empresariales respetuosas con el medio ambiente, como a través de

Propuestas de revisión de la Directiva sobre la Transparencia (COM 2011/ 683) y de las Directivas Contables (COM 2011/684).

Sin embargo, los gastos derivados de las actividades medioambientales se reconocen como "otros gastos de explotación" en el ejercicio en el que se incurren, por ello, los métodos de valoración de costes medioambientales han resultado inadecuados y la comparación han mostrado inconsistencia (Pucheta et al. , 2010:101-109).

Por otro lado, como indica Ángel (2009:156-158) existe otra limitación, al hecho de tener que utilizar criterios económicos tradicionales para activar los gastos medioambientales, debido a que muchas inversiones medioambientales no cumplen esos criterios al no mejorar la productividad, ni incrementar la vida útil del elemento, por otro lado la posibilidad de adquisición sin tener en cuenta el criterio de desarrollo sostenible y finalmente el hecho de que no se pueden activar gastos que no correspondan con elementos que formen parte del inmovilizado, así pues la aplicación de políticas medioambientales, puede implicar un gran esfuerzo económico para la compañía que afecta a diversos ejercicios y sin embargo afecta en mayor medida al primero.

4. Objetivos e Hipótesis de nuestro estudio

El objetivo general de nuestra investigación es analizar la situación actual de las empresas españolas que aplican políticas de RSC y en concreto aquellas que cuentan con certificación medioambiental, siendo nuestro objetivo específico identificar si estas políticas de RSC en el campo medioambiental, han permitido reducir los costes, ya sea a través de su identificación o gestión. Y si existen diferencias de comportamiento, en los costes de las mismas en función de las estrategias aplicadas en la organización.

Todo ello, nos lleva a plantearnos las siguientes tres hipótesis;

- H1: La RSC y con ello la implantación y la gestión de políticas medioambientales facilita la identificación de costes ocultos.
- H2: La implantación y la gestión de políticas medioambientales, en la RSC, consiguen reducir los costes.
- H3: Las diferentes estrategias medioambientales generan distintos grados de mejora o no, en las empresas.

5. Metodología

Nuestro estudio se llevó a cabo de enero a noviembre del 2012; para ello contactamos telefónicamente con 141 empresas de diferentes sectores de actividad, repartidas por todo el territorio español con el objetivo de encontrar una muestra lo suficientemente representativa a nivel nacional.

Las empresas contactadas, en función de su CCAA de origen:

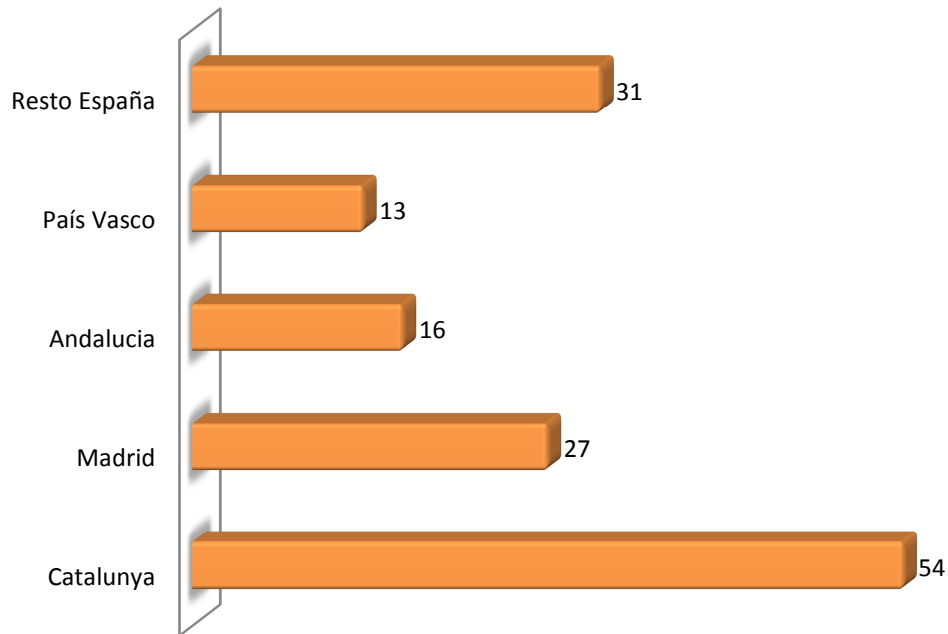


Figura 1. Muestra y procedencia de la muestra

En función de su tamaño destacar que 59 de los encuestados fueron PYMES y 82 fueron grandes empresas.

Y respecto los sectores de actividad que fueron objeto de estudio, destacamos:

1. Actividades Sociales y Ocio (6 centros).
2. Alimentación, (15 centros).
3. Cerámica, (2 centros).
4. Construcción (3 centros).
5. Equipos electrónicos y eléctricos, (6 centros).
6. Hostelería, (25 centros).
7. Intermediarios de Comercio, (3 centros).
8. Investigación y servicios técnicos (3 centros).
9. Metalurgia, productos metálicos y Material de Transporte, (15 centros).
10. Papel y Artes Gráficas, (12 centros).
11. Plástica, (7 centros).
12. Química, (21 centros).
13. Textil, (11 centros).
14. Transporte, (12 centros).

El estudio de las hipótesis planteadas necesitó de diferentes tipos de variables:

- Costes, para ello se realizó la siguiente pregunta ¿La implantación de la RSC y en concreto en el campo medioambiental ha permitido detectar o gestionar costes no considerados anteriormente o desconocidos?, posteriormente en caso

de una respuesta positiva se preguntaba que enumerasen tres de estos costes y de los cambios que estos han provocado. Aumentos, disminuciones o constancia de consumos o de los costes derivados de la gestión de residuos, vertidos o emisiones.

- Estrategia medioambiental en el campo de la RSC

Hipótesis 1.- H1

Ante la pregunta de si la implantación y gestión de políticas de la RSC, en concreto en el campo medioambiental ha permitido detectar o gestionar costes no considerados anteriormente o desconocidos, 89 de las 141 empresas contestaron afirmativamente. Cuando se les solicito especificar los tres más importantes, 79 empresas señalaron un coste, 27 dos costes y 17 tres costes, que sumaron un total de 184 costes.

Tras analizar los costes enumerados se clasificaron en 9 grupos (García, 2007),

1. Consumos
2. Gestión de producciones contaminantes
3. Vigilancia y control
4. Instalaciones
5. Asesoramiento, certificación y auditorias
6. Formación
7. Comunicación
8. Plan de emergencia
9. Gestión de sanciones

Repartido de la siguiente forma;

Costes detectados y/o gestionados	Nª costes	Porcentaje %
<i>Consumos</i>	40	21,74
<input type="checkbox"/> Energía	17	
<input type="checkbox"/> Agua	15	
<input type="checkbox"/> Materias primas	3	
<input type="checkbox"/> Recursos naturales	1	
<input type="checkbox"/> Papel	4	
<i>Gestión de producciones contaminantes</i>	89	48,37
<input type="checkbox"/> Residuos	85	

<input type="checkbox"/> Vertidos	4	
<i>Vigilancia y control</i>	11	5,98
<input type="checkbox"/> Analíticas vertidos	4	
<input type="checkbox"/> Analíticas emisiones	7	
<i>Instalaciones</i>	8	4,35
<input type="checkbox"/> Acondicionamiento instalaciones antiguas	3	
<input type="checkbox"/> Construcción instalaciones nuevas	2	
<input type="checkbox"/> Mantenimiento maquinaria	3	
<i>Asesoramiento, certificación y auditorias</i>	15	8,15
<i>Formación</i>	6	3,26
<i>Comunicación</i>	10	5,43
<i>Plan de emergencia</i>	2	1,09
<i>Gestión sanciones</i>	3	1,63

Tabla 3. Costes detectados

No existe ninguna diferencia entre el comportamiento de los costes y la dimensión de la organización medida a través del volumen de negocio, así como en el tamaño de la organización, valorado a través del número de empleados y en el sector de actividad, por ello no existe relación a destacar al obtener como no significativo el análisis de contingencia.

Hipótesis 2.- H2

Como se desea conocer si la implantación y la gestión de políticas medioambientales, en la RSC, consiguen o no reducir los costes no considerados anteriormente o desconocidos, con la información obtenida se realiza la siguiente tabla:

Costes detectados y/o gestionados	AUMENTOS		DISMINUCIONES		CONSTANCIA	
	Nº costes	Porcentaje %	Nº costes	Porcentaje %	Nº costes	Porcentaje %
<i>Consumos</i>	0	0,00	36	55,38	4	26,67
· Energía	0		16		1	
· Agua	0		14		1	
· Materias primas	0		2		1	
· Recursos naturales	0		1		0	

· Papel	0		3		1	
Gestión de producciones contaminantes	66	63,46	21	32,31	2	13,33
· Residuos	63		20		2	
· Vertidos	3		1		0	
Vigilancia y control	6	5,77	4	6,15	1	6,67
· Analíticas vertidos	2		1		1	
· Analíticas emisiones	4		3		0	
Instalaciones	8	7,48		0,00	0	0,00
· Acondicionamiento instalaciones antiguas	1		2		0	
· Construcción instalaciones nuevas	2		0		0	
· Mantenimiento maquinaria	2		1		0	
Asesoramiento, certificación y auditorías	13	12,50	0	0,00	2	13,33
Formación	4	3,85	0	0,00	2	13,33
Comunicación	8	7,69	0	0,00	2	13,33
Plan de emergencia	1	0,96	0	0,00	1	6,67
Gestión sanciones	1	0,96	1	1,54	1	6,67
TOTALES	104	100	65	100	15	100

Tabla 4. Variación de los costes detectados

Como se puede observar de las 89 empresas que indicaron que si descubrieron costes ocultos o no considerados, han indicado en 104 ocasiones que en la RSC provoca aumentos en todos los bloques de costes excepto en el de consumo, que es el que mayoritariamente disminuye y por otro lado hay 15 ocasiones que las empresas consideraron que algunos de los costes de mantenían constantes.

Es llamativo el hecho que el incremento de costes tenga lugar en costes de gestión de productos contaminantes y en asesoramiento, certificación y auditorías.

Se les preguntó que indicaran porcentualmente como ha incrementado o disminuido los costes obteniendo la siguiente respuesta:

Costes detectados y/o gestionados		N ^a costes	Aumento de costes %	Disminución de costes %
Consumos		40	0,00	
<input type="checkbox"/>	Energía	17		8%
<input type="checkbox"/>	Agua	15		10%
<input type="checkbox"/>	Materias primas	3		15%
<input type="checkbox"/>	Recursos naturales	1		7%
<input type="checkbox"/>	Papel	4		5%

<i>Gestión de producciones contaminantes</i>	89		
<input type="checkbox"/> Residuos	85	63%	12%
<input type="checkbox"/> Vertidos	4	25%	10%
<i>Vigilancia y control</i>	11		
<input type="checkbox"/> Analíticas vertidos	4	10%	38%
<input type="checkbox"/> Analíticas emisiones	7	28%	10%
<i>Instalaciones</i>	8		
<input type="checkbox"/> Acondicionamiento instalaciones antiguas	3	65%	
<input type="checkbox"/> Construcción instalaciones nuevas	2	10%	
<input type="checkbox"/> Mantenimiento maquinaria	3	10%	7%
<i>Asesoramiento, certificación y auditorias</i>	15	25%	
<i>Formación</i>	6	20%	
<i>Comunicación</i>	10	30%	
<i>Plan de emergencia</i>	2	15%	
<i>Gestión sanciones</i>	3	25%	67%
TOTALES	184		

Tabla 5. Incremento/Decremento de costes

Los porcentajes de incremento varían entre un 10% y un 65%, mientras que la disminución se encuentra entre un 5% y un 67%

Sin embargo, aunque la detección de costes ocultos se considera una ventaja competitiva, al permitir poder evaluarlos y tomar las medidas adecuadas para solucionarlo y por otro lado las mejoras que puede ofrecer a la sociedad gracias al conocimiento de las mismas, debido a la situación de crisis actual, los administradores se cuestionan si realmente es así, ya que los consumidores están cambiando sus hábitos de compra, y por ello aunque es cierto que algunos costes disminuyen otros aumentan, y sobre todo los que no tienen una relación directa con el producto, pero se ven encaminados a la realización de políticas de RSC y en concreto en el campo medioambiental por exigencias legales, presiones de los stakeholders o por la necesidad de mantener una imagen de empresa.

Hipótesis 3.- H3

Cuando nos planteamos la cuestión de si las diferentes estrategias medioambientales, en empresas con memorias de RSC, ejercen mejoras o no en las funciones de costes, se decidió utilizar la clasificación, según García (2007):

- Estrategias correctivas, actuaciones consistentes en corregir las diferentes acciones una vez producidas.
- Estrategias preventivas, minimización de los impactos antes de que se realicen

- Estrategias de extensión, intentar adaptar la RSC a toda la organización.
- Estrategias de desarrollo sostenible, aquellas acciones donde plantea la RSC a todos los niveles, DDHH, RRHH, Medioambiente,....

Estas cuatro estrategias se han considerado como la variable independiente y como variable dependiente la detección o no de costes, no considerados anteriormente o desconocidos, en este caso en los contrastes de independencia y asociación, se obtiene una nivel de significación (*p-value*) de 0.0019, que al ser menor de 0.05, hay que rechazar la hipótesis de independencia entre las estrategias y la posibilidad de detectar o no costes, existe pues una cierto grado de asociación, siendo el valor estadístico de la chi-cuadrado es superior al valor crítico del 95%, lo que corrobora la dependencia de las variables.

Por otro lado, cuando se realiza el mismo análisis en relación entre las estrategias y la variación de costes, los contrastes de independencia y asociación, también se obtiene una *p-value* inferior al 0.05, en este caso de 0.0004, se concluye que hay que aceptar la hipótesis de dependencia entre estrategia y variación de costes al 95% de confianza.

6. Conclusiones

Tras el análisis de la gestión medioambiental en la RSC, de las 141 empresas, podemos determinar en relación a la primera hipótesis, "La RSC y con ello la implantación y la gestión de políticas medioambientales facilita la identificación de costes ocultos", se valida debido a que el 63.12% (89 de 141 empresas) ha conseguido identificar y/o gestionar costes ocultos. Que permitieron una clasificación en 9 grupos, aunque con diferencias entre los que resaltan los costes correspondientes al grupo de la Gestión de producciones contaminantes con un 48.37% de todos los costes especificados.

En relación a la segunda hipótesis que planteamos, observamos que no se verifica, debido a que por un lado se han obtenido ventajas en costes, como es en consumos, pero por otro se dan desventajas por el incremento de la gestión de producciones contaminantes, y ello implica resultados distintos en función de cada tipología de costes.

Por último, respecto la tercera hipótesis, podemos indicar que las empresas con estrategias correctivas y preventivas están relacionadas positivamente con la detección de costes, sin embargo las estrategias de extensión y de desarrollo sostenible con la disminución global de costes.

Cómo principales limitaciones a nuestro estudio, podemos destacar:

- El hecho de que la muestra de empresas por sector sea tan restringido no ha permitido obtener resultados estadísticos significativos en relación al sector.
- La Comunidad Catalana, es la más representada, posiblemente debido a que el estudio se realizara en esta comunidad y por ello su comportamiento en el caso de no ser representativo del resto puede viciar la muestra
- El estudio realizado sería más completo si hubiésemos llevado a cabo un análisis horizontal entre países, sean comunitarios o no.

La RSC, en sus tres bloques (económico, medioambiental y social), en las empresas evoluciona de la misma forma que la sociedad en que pertenecen, ello obliga a conocer de forma permanente como se van modificando los costes y las implicaciones que van provocando no solo a la empresa, sino a la sociedad en general.

Para finalizar, podemos concluir que:

- El conocimiento de costes ocultos en el campo medioambiental es gracias a la aplicación de la RSC, en este bloque.
- La aplicación de la RSC en el campo medioambiental permite disminuir los costes de consumo, pero se incrementan los costes globales ambientales de gestión de producción contaminante, vigilancia y control, mejoras de las instalaciones, asesoramiento, formación, comunicación y planes de emergencia.
- En función de las estrategias medioambientales que realiza la empresa, éstas tienen efecto sobre el comportamiento de los costes.

Referencias

1. ÁNGEL VEGA, J.L. (2009). *Responsabilidad social y los principios del desarrollo sostenible como fundamentos teóricos de la información social de la empresa*. ESIC Editorial. Pozuelo de Alarcón (Madrid).
2. ARGANDOÑA, A. (2006). *La ética en la economía de las organizaciones: ¿es posible una integración efectiva?*. Actas del 14 th Internacional Symposium on Ethics, Business and Society: Towards a Comprehensive Integration of Ethics into Management: Problem and Prospects. Barcelona.
3. COMISIÓN EUROPEA LIBRO VERDE (2001). *Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas*. (COM 2001 / 336). http://europa.eu.int/comm/employment_social/soc-dial/csr/greenpaper_es.pdf
4. COMISIÓN EUROPEA (2011). *DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO por la que se modifican la Directiva 2004/109/CE, sobre la armonización de los requisitos de transparencia relativos a la información sobre los emisores cuyos valores se admiten a negociación en un mercado regulado, y la Directiva 2007/14/CE de la Comisión*. (COM 2011/683). http://ec.europa.eu/internal_market/securities/docs/transparency/modifying-proposal/20111025-provisional-proposal_es.pdf
5. COMISIÓN EUROPEA (2011). *DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the annual financial statements, consolidated financial*

- statements and related reports of certain types of undertakings.* (COM 2011/684).
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0684:FIN:EN:PDF>
6. COMISIÓN EUROPEA (2012). *DECISIÓN DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa al Programa General de Medio Ambiente de la Unión hasta 2020 «Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta».* (COM 2012/710).
http://ec.europa.eu/environment/water/innovationpartnership/pdf/com_2012_216.pdf
 7. COMISIÓN EUROPEA PARA EL PARLAMENTO EUROPEO, EL CONSEJO, EL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y EL COMITÉ DE LAS REGIONES (2011). *Una renovada estrategia de la Unión Europea 2011-2014 para la RSC.*
http://ec.europa.eu/enterprise/newsroom/cf/getdocument.cfm?doc_id=7010
 8. CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY EUROPE (2005).
<http://www.csreurope.org/>
 9. EMAS Commission Recommendation on environmental performance indicators. (2006). *Diario Oficial de la Unión Europea.*
http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm
 10. FERNÁNDEZ GARCÍA, R. (2009). *Responsabilidad social corporativa.* Editorial Club Universitario. San Vicente (Alicante).
 11. FUNDACIÓN ENTORNO (2011). *Informe 2010 'I+D+i y cambio climático. La aportación de la empresa española'.*
http://www.fundacionentorno.org/xtras/difusion/idi/FE_Publicacion_I+D+i.pdf
 12. GARCÍA GONZÁLEZ, A. (2007). *Estructura organizativa de la empresa española ante el reto medioambiental.* XIX Congreso anual y XV Congreso Hispano Francés de AEDEM, Vol. 1, 2007 (Ponencias), pág. 31.
 13. GLOBAL REPORTING INITIATIVE (2006). *Guía para la elaboración de Informes de Sostenibilidad.* www.globalreporting.org
 14. NAVARRO GARCÍA, F. (2012). *Responsabilidad Social Corporativa: Teoría y práctica.* ESIC Editorial. Pozuelo de Alarcón (Madrid).
 15. OBSERVATORIO DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA (2010). *La Responsabilidad Social Corporativa en las memorias anuales de las empresas del IBEX 35- Análisis del ejercicio 2010.*
http://www.observatoriorsc.org/images/documentos/publicaciones/informes_estudios/ibex35_vf_2010.pdf
 16. OCDE (2005). *El Medio Ambiente y las Líneas Directrices de la OCDE para las Empresas Multinacionales.*
<http://www.oecd.org/dataoecd/21/20/16975360.pdf>
 17. PUCHETA MARTINEZ, M.C.; MUÑOZ TORRES, M.J. Y DE LA CUESTA GONZALEZ, M. (2010). *Información y comunicación de la RSC.* Netbiblo, S.L., Oleiros (La Coruña).
 18. REDONDO, H. (2006). *El compromiso social de las empresas con las ciudades.* Deloitte.
 19. WBCSB (World Business Council Sustainable Development) (2007). *Informe Anual.* www.wbcasd.org

**6.2.2. Artículo Publicado en la Revista Económica de Cataluña.
Publicación del Colegio de Economistas.**

BASILEA II Y VALOR EN RIESGO (VaR), UNA REFLEXIÓN CRÍTICA.

Prof. Dra. Montserrat Casanovas Ramón - Prof. Emili Vizuete Luciano

mcasanovas@ub.edu evizuelu7@ademp.ub.edu

Universidad de Barcelona (Spain)

Dept. Economía y Organización de Empresas

Avda. Diagonal 690

08034 Barcelona (Spain)

Telf: +34 93.402.19.62

ABSTRACT

After the advances produced in the management of the risk, in these last years. This article wants to carry out an approximation to what was Basilea I and to what will be Basilea II.

The Agreement of Basilea II puts in evidence the need to utilize statistical models to measure and to limit the financial risks.

The methodology VaR, in Spanish "Valor en riesgo" applies so much for the measurement and evaluation of the risk of credit as of the financial instruments market risk or of accounts receivable.

We analyze with detail the models that have born under the perspective VaR, "Value at Risk" bringing to light its operating capacity and its possible limitations, doing emphasis in the most utilized one to our days, the model one Riskmetrics.

1. LOS RIESGOS FINANCIEROS EN EL ENTORNO ACTUAL

Actualmente los riesgos financieros son inherentes tanto de las actividades financieras como de los mercados financieros. Son numerosas las definiciones existentes en torno a que suele entenderse por riesgos financieros. Si bien, en todas ellas subyace la idea de pérdida o de una rentabilidad menor a la rentabilidad esperada. Dado que existen diferentes tipos de riesgos financieros, vamos a modo de introducción a referirnos a la tipología más habitual que los clasifica en:

1. Riesgo de mercado. Implica la probabilidad de pérdida debido a movimientos no deseados en los precios de los activos financieros, los cuales pueden derivarse de variaciones en los tipos de interés, en los tipos de cambio, en los precios de las materias primas, en los precios de las acciones, etc.

Por lo que al riesgo de interés se refiere, el cual como su nombre indica, expresa aquellas variaciones en los tipos de interés en sentido diferente al esperado. Este riesgo, a su vez, se divide en otros dos:

- Riesgo de precio, que se refiere a las variaciones en el valor de mercado de los activos financieros, como consecuencia de incrementos en los tipos de interés. La mayor o menor sensibilidad del precio ante las variaciones que se puedan producir en los tipos de interés de mercado dependerán de las características propias del activo
- Riesgo de reinversión. El riesgo de reinversión se materializa cuando la reinversión del propio activo o de sus flujos de caja debe realizarse a unos tipos inferiores a los previstos y, como en el caso anterior, la mayor o menor incidencia de este efecto, dependerá de las características específicas del activo.

Por lo que al riesgo de tipo de cambio se refiere, éste se deriva del desconocimiento del precio de una divisa en el que se va a realizar una transacción. Concretamente, el riesgo de tipo de cambio o *exchange risk* o *currency risk*, se materializa por variaciones en el tipo de cambio en sentido contrario al esperado. Lógicamente afecta a aquellas emisiones denominadas en divisas cuando la variación del precio de la divisa resulte adverso a la posición de la inversión.

2. Riesgo de insolvencia. Derivado de la posibilidad de incumplimiento de las obligaciones por parte del emisor. El riesgo de insolvencia o *default risk* también es conocido como riesgo de crédito o *credit risk*. En cualquier caso para su gestión resulta especialmente útil la información proporcionada por las agencias de calificación, que evalúan la calidad de las emisiones y de los emisores sobre la base de la posibilidad de incumplimiento. La calificación o *rating* influirá sobre la rentabilidad de la emisión.

3. Riesgo de liquidez. En inglés denominado *liquidity risk* o *marketability risk*. Hace referencia a la posibilidad de que el activo pueda ser vendido fácilmente, antes de su vencimiento, sin sufrir pérdidas importantes de capital. Una menor liquidez redundará, si el resto de características permanecen iguales, en una mayor rentabilidad exigida.

4. Riesgo de volatilidad. Referido a aquellos activos que llevan incorporadas determinadas opciones y cuyo precio depende, además del nivel de los tipos de interés, de factores que puedan influir en el valor de las opciones incorporadas, como puede ser la volatilidad en los tipos de interés. El riesgo de volatilidad o *volatility risk* es el derivado de que un cambio en la volatilidad afecte negativamente al precio de la inversión.

5. Riesgo fiscal. El tratamiento fiscal de los rendimientos que pueda generar un activo es también una fuente de riesgo. El riesgo impositivo o *tax risk*, se produce por la posibilidad de que desaparezcan determinadas ventajas fiscales de las que gozan algunos activos. Como el origen de tal desaparición se fundamenta en determinadas acciones políticas o legales, algunos autores le denominan riesgo político (*political risk*) o riesgo legal (*legal risk*). Siendo, sin embargo, el Riesgo Legal un concepto mucho más amplio que el de riesgo fiscal ya que se refiere al riesgo de pérdida por incumplimiento de ejecución de cualquier contrato en los términos previstos, sea cual sea su naturaleza. Según el Comité de Basilea el riesgo legal se considera como un riesgo operativo.

6. Riesgo operativo. Derivado de la inadecuación de procesos, sistemas, recursos humanos,.... etc.

7. Riesgo de inflación. El riesgo de inflación o *inflation risk* o *purchasing power risk*, es consecuencia de la pérdida de poder adquisitivo que se genera por aumentos de la inflación

(fácilmente observable si pensamos en una emisión que promete un tipo de interés fijo a lo largo de la vida de la emisión).

A continuación nos centraremos en la evolución de la gestión de los riesgos de crédito y de mercado.

2. LA GESTIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO Y EL ACUERDO BASILEA I.

Los primeros antecedentes en la gestión del crédito se remontan a mediados de los años cuarenta, recién acabada la segunda Guerra Mundial, cuando la banca comercial en Europa empieza a desarrollarse. Paralelamente, al otro lado del Atlántico, la banca norteamericana siendo referente en la ayuda internacional que recibía Europa, se consolidó en los años sesenta y setenta como pionera de la banca corporativa, destacando al Chase Manhattan Bank, Bank of America... entre otros.

A principios de 1975, los gobernadores del Grupo de los 10 grandes bancos centrales europeos (G-10)¹² crearon el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea con el fin de mejorar la colaboración entre los órganos de supervisión bancaria y el establecimiento de unos estándares de actuación de los supervisores de cada uno de los países.

Entrada la década de los ochenta, muchos bancos norteamericanos poseían excedentes en dólares, llamados comúnmente petrodólares, que eran colocados fuera de su país. Simultáneamente, la banca europea actuaba de forma mucho más conservadora y a mitad de los años ochenta, se reunieron los más importantes bancos de Europa Occidental para crear las primeras normas nacidas de forma específica para fortalecer a las instituciones financieras.

El comité de Basilea constituyó un foro de debate para la resolución de problemas específicos de supervisión. Coordinó la distribución de las competencias entre las autoridades de cada país, a fin de garantizar una supervisión eficaz de las actividades bancarias, y con el paso del tiempo, sus normas de supervisión se convirtieron en un referente a nivel mundial, hasta llegar a nuestros días.

Una de las recomendaciones más importantes del Comité en aquellos momentos fue la pauta recogida en el I Acuerdo de Basilea, o sea, Basilea I de 1988, que hacía referencia a requisitos mínimos de capital para garantizar la solvencia de los Bancos. Aunque en muchos casos fue necesario complementarlos con otras medidas encaminadas a atender condiciones y riesgos propios del sistema financiero de cada país. Con el paso del tiempo, las reglas han demostrado su valía, sobretudo la referente al coeficiente de solvencia, por la cual los bancos debían mantener un

¹²Actualmente, el Comité está compuesto por los altos representantes de las autoridades de supervisión bancaria y de bancos centrales de Alemania, Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Luxemburgo, Suecia, Suiza, Países Bajos i Reino Unido.

volumen de capital que fuera como mínimo del 8% del valor total de sus activos, ponderando los activos en función de su nivel de riesgo de crédito, el denominado ratio COOK.

La simplicidad del Acuerdo y la consideración del activo en riesgo del balance a la hora de definir un coeficiente de garantía de los Bancos (ya que hasta el momento se calculaba en base a la relación existente entre depósitos y recursos propios) hizo que su uso se generalizara y la CEE incorporara el Acuerdo en sus dos Directivas sobre recursos propios (89/299/CEE) y sobre requerimientos de capital (89/647/CEE.).

Pero en Estados Unidos, a principios de los años 90, tiene lugar una de las crisis más importantes que se recuerdan a nivel mundial, se desencadenó un proceso que hizo que muchos de los bancos norteamericanos, pequeños y medianos, que prestaban dinero por toda América Latina, desaparecieran, siendo absorbidos por bancos más grandes, dando paso a las grandes Corporaciones Financieras.

Después de la crisis de 1994, los bancos fueron capitalizándose aceleradamente para soportar en 1997 la crisis financiera asiática al igual que la crisis rusa, brasilera y de Turquía.

En abril de 1997, se produce una importante reforma, por la que el Comité da a conocer dos documentos, de vital importancia:

- Un amplio conjunto preliminar de Principios Esenciales para el Control Eficaz de los Bancos (los Principios Esenciales de Basilea).
- Un compendio de las recomendaciones, directrices y normas del Comité de Basilea, la mayoría de ellas con referencia cruzada en el documento de los Principios Esenciales.

Ambos documentos, fueron aprobados por los gobernadores de los bancos centrales integrantes del Comité, con la esperanza de que sirvieran de mecanismo útil para fortalecer la estabilidad financiera en todos los países. Se facultaba a los bancos nacionales, a fortalecer su régimen de control, e instaba a iniciar un severo estudio con el objetivo de remediar cualquier deficiencia tan rápidamente como sea posible. El resultado como podemos evidenciar fue inmejorable, ya que la crisis fue superada, dando paso a un periodo de desarrollo económico que llevaría a principios del 2000 a la eclosión de la economía (.com).

El acuerdo de Basilea I jugó un papel de suma importancia en el fortalecimiento de los sistemas bancarios. La repercusión de ese acuerdo, en cuanto al grado de homogenización alcanzado en la regulación de los requerimientos de solvencia fue extraordinaria. Basilea I fue diseñado para bancos con actividad internacional y para los entonces, 11 países integrantes del Comité de Basilea. Con el paso del tiempo, fue ganando adeptos hasta llegar a más de 130 países que lo adoptaron como referente de su sistema financiero.

A nivel internacional contó con el reconocimiento del Fondo Monetario Internacional, del Banco Mundial y otras organizaciones interesadas que se valieron de estos Principios para ayudar a los países que mostraron debilidades en su sistema financiero, como parte de su tarea de fomentar la estabilidad general macroeconómica y financiera.

Si bien, debido a los cambios experimentados por las propias Entidades Financieras, los avances en el campo de la gestión y medición del riesgo, a la vez que el desarrollo de las nuevas tecnologías de información y comunicación, las denominadas TIC., hicieron necesario un nuevo Acuerdo cuyo resultado se conoce como Basilea II.

3. EL ACUERDO DE BASILEA II

En pleno siglo XXI un sistema bancario ha de estar preparado y protegido para sobrevivir a las turbulencias de todo sistema económico. Basta con recordar hechos estremecedores como los atentados del 11-S en Estados Unidos, o el 11-M en Madrid, capaces de convulsionar los cimientos del mundo civilizado.

El entorno financiero actual ha cambiado significativamente con respecto a dos décadas atrás. Se ha registrado un proceso de globalización, innovación y liberación del sector financiero. Los nuevos instrumentos financieros han minimizado las restricciones existentes en su día. Asimismo, se ha contribuido a que los mercados fueran más completos, ofreciendo más margen para la cobertura ó la administración de riesgos financieros.

En cuanto a la definición de capital, ésta ha cambiado de forma mínima en Basilea II, de modo que el capital de una Entidad Financiera está constituido por dos tipos o niveles.

- El capital básico (Tipo I) se compone de capital social permanente (acciones/capital ordinario emitido estando completamente suscrito y acciones perpetuas preferentes que no acumulan dividendos) y reservas ya reconocidas por los gestores de la entidad que se establecen o incrementan por dotaciones de beneficios no distribuidos, donaciones de capital u otros excedentes.
- El capital complementario (Tipo II) se compone de fuentes de capital menos seguro y por lo tanto no puede representar más del 50 por ciento del capital total de una organización. El capital de segundo nivel incluye reservas para la revalorización de activos, provisiones generales / reservas generales para créditos incobrables (las reservas para créditos incobrables no son aplicables bajo los métodos de medición interna), instrumentos financieros híbridos (deuda / capital) y deuda subordinada, que no pueden exceder el 50 por ciento del capital total.

Por lo que a los elementos básicos del Acuerdo de Basilea II, estos se estructuran en torno a tres pilares fundamentales:

1. –El primero de ellos hace referencia a los requisitos mínimos de capital.

En este sentido cabe destacar las ponderaciones de riesgo asignadas a los diferentes tipos de activos de riesgo. Se considerará no solo el riesgo crediticio sino también, los riesgos de mercado y operacionales .Siendo los requerimientos de capital regulatorio

mucho más parecidos a las mediciones internas de riesgos de los bancos, lo que crea incentivos inmediatos para que los bancos mejoren dichas mediciones. Basilea I definió una metodología básica para calcular la relación aceptable entre capital y activos de una institución financiera:

$$\frac{\text{Montante del Capital de la entidad}}{\text{Clases de activos ponderados por riesgo}} = \text{Relación aceptable de capital a activos}$$

Como se mencionó con anterioridad, la relación mínima aceptable entre capital y activos ponderados por su nivel de riesgo era del ocho por ciento bajo Basilea I y permanece igual bajo Basilea II.

Sin embargo, Basilea II se diferencia de Basilea I en que aborda de forma más amplia y flexible el control y la gestión del riesgo. De modo que para la medición del riesgo de crédito propone dos alternativas metodológicas:

**El método estándar y*

**El método basado en modelos internos.*

El método estándar no ofrece grandes diferencias en relación al sistema anterior. Si bien, en este sentido cabe destacar el hecho de que en el Nuevo Acuerdo se aceptan las calificaciones o “ratings” externos como medidas del riesgo de crédito en las operaciones que la entidad financiera realice con estados soberanos, otras entidades de crédito o empresas, y por tanto, en función de dicho rating la ponderación por riesgo será una u otra.

En cuanto al método basado en modelos internos (Internal Rating Based Approach, conocido por sus siglas IRB, hay que distinguir el modelo básico (IRB Foundation) y el avanzado (IRB Advanced). Según estos métodos cada Entidad Financiera debe tener un capital regulatorio adecuado en función de su perfil de riesgo. Para el cálculo de dicho capital regulatorio se utilizan diferentes modelos con el fin de calificar el riesgo de impago de la contraparte y en función de ello asignarle una categoría de calificación. La probabilidad de impago de un prestatario y el valor de la pérdida en caso de que el impago se produzca son los parámetros claves a determinar en el enfoque IRB ya que las exigencias de capital regulatorio dependerán del valor de dichos parámetros.

Otra novedad a destacar que introduce Basilea II es el tratamiento diferenciado de los riesgos operativos que anteriormente se consideraban incluidos en el ratio Cook. Proponiendo tres alternativas metodológicas para la medición de dichos riesgos operativos:

- *El método del indicador básico (Basic Indicator Approach)*
- *El método Standard (Standardised Approach)*
- *El método de medición avanzada (Advanced Measurement Approach).*

El método del indicador básico calcula la exigencia de capital en función de un coeficiente fijo que se aplica a la media aritmética de los ingresos brutos anuales de los tres últimos años. De modo que:

$$RC = IBP * tg$$

Siendo:

RC = Requerimiento de Capital

IBP = Ingresos brutos en promedio (últimos tres años)

tg = coeficiente fijo que se ha establecido en un 15%.

En el método estándar las actividades de una Entidad Financiera se agrupan en ocho líneas o áreas de negocio y el requerimiento de capital de cada una de ellas se obtiene multiplicando el Ingreso Bruto por un factor que se asigna a cada una de las líneas de negocio. Siendo el requerimiento total de capital regulatorio la media aritmética de las exigencias de capital regulatorio de las ocho líneas, en los últimos tres años.

En los Métodos de Medición Avanzada del riesgo operativo, el capital regulatorio vendrá dado por la aplicación de métodos analíticos de estimación del riesgo operativo que identifiquen aquellas situaciones generadoras de pérdidas graves, que estadísticamente se sitúan en las colas de la distribución de probabilidad.

En relación al riesgo de mercado, es decir al posible efecto negativo en la cartera de inversión y negociación de un banco derivado de fluctuaciones en el tipo de interés, de cambio o de las cotizaciones bursátiles también existen dos alternativas para medir dicho riesgo. El método estándar basado básicamente en el cuadro de vencimientos y métodos basados en modelos internos, como puede ser el VaR (Value at Risk).

2. Por lo que al segundo pilar se refiere Basilea II incrementa la supervisión corriente por parte de los Supervisores con el objetivo de preservar la estabilidad financiera. Se hace especial énfasis en que la responsabilidad de evaluar la adecuación del capital recae en los directivos de las Entidades Financieras y que los supervisores revisarán las valoraciones internas y darán una respuesta al respecto, creando con ello

incentivos para que los bancos evalúen exhaustivamente sus riesgos y planifiquen detenidamente sus estrategias relativas a los recursos propios.

3. El tercer pilar hace referencia a la disciplina del mercado a través de mayor transparencia informativa. De manera que el mercado pudiera recompensar a los bancos que adoptan un enfoque más responsable en materia de gestión de riesgos e imponer sanciones a los que no lo hacen. La disciplina de mercado puede ser un incentivo poderoso para seguir un comportamiento prudente. Aunque en ocasiones, los mercados son más estrictos que los supervisores.

4. APROXIMACIÓN A LA METODOLOGÍA VALUE AT RISK (VaR)

El Acuerdo de Basilea II pone en evidencia la necesidad de utilizar modelos estadísticos para medir y limitar los riesgos financieros. La metodología VaR, en español Valor en Riesgo se aplica tanto para la medición y evaluación del riesgo de crédito como del riesgo de mercado de instrumentos financieros o de carteras. Dicha metodología juega un papel fundamental a nivel mundial, ya que a partir de 1.993 ha sido utilizada por una gran mayoría de instituciones financieras para valorar el riesgo de mercado derivado de sus posiciones en productos financieros en general y de derivados en particular.

El VaR indica, la posibilidad de que el valor de mercado de nuestra cartera, dentro de un cierto período de tiempo, pueda ser menor al esperado, o bien que una serie de impagos produzcan unas determinadas pérdidas y por tanto, determinar el capital regulatorio que precisa una Entidad Financiera para poder hacer frente a dichas pérdidas. Es decir, es la cantidad de capital que debe de asignar como garantía frente a posibles contingencias desfavorables.

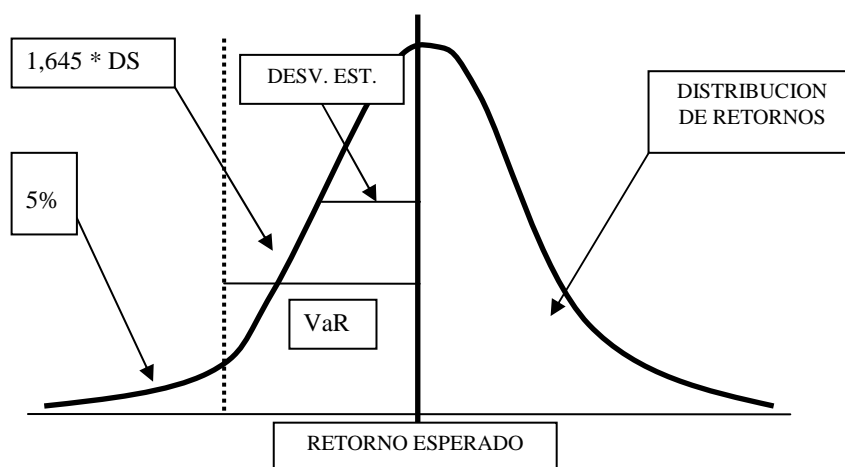
La metodología del Valor en Riesgo, consiste en un análisis probabilístico basado en un intervalo de confianza común y un horizonte temporal fijo. Y el objetivo que se persigue con su aplicación es:

***Una estimación de la pérdida máxima
que puede tener la posición de una cartera
en un determinado tiempo y dado un nivel de confianza***

Los parámetros que afectan al VaR, se modelizan mediante factores estadísticos, y cabe resaltar que no existe una metodología única de cálculo. Su definición estadística determina que:

El VaR, corresponde al λ -ésimo cuartil de la distribución de pérdidas y ganancias de un activo. Es decir, el VaR es el menos malo de los $(1 - \lambda)$ 100% peores casos de la distribución, de

modo que el responsable de administrar el riesgo, tiene conocimiento de que la pérdida en su inversión no excederá el VaR, con la probabilidad λ . Siendo λ el factor de caída tomando valores entre 0,94 y 0,99.



El concepto de VaR, proviene de la necesidad de cuantificar con un determinado nivel de significación el monto o porcentaje de pérdida que un portafolio tendrá en un período predeterminado de tiempo (día, semana, mes, trimestre...). Para hacernos una idea, con un nivel de confianza del 95%; el 5% de las veces o 1 de 20 veces el retorno del portafolio objeto de estudio, caerá más de lo que señala el VaR, en relación con el valor esperado.

Si consideramos una serie de retornos históricos de un *portafolio* que posee n activos, será muy habitual encontrar fluctuaciones en los retornos próximos a un valor medio, que será levemente diferente de cero (este concepto en estadística se denomina proceso de reversión a la media) y su distribución se aproxima a una normal. Leves asimetrías (skewness) son a veces percibidas por los retornos, pero desde un punto de vista práctico es suficiente asumir la simetría en la distribución. Una vez generada la misma se debe calcular aquel punto del dominio de la función de densidad, que deja un 5% del área en su rango inferior (λ). La distancia de ese punto en el dominio de la distribución en relación al valor esperado de la distribución, se denomina VaR.

La medición del riesgo a través de la modelización es complicado ya que se intentan explicar los movimientos de los precios de los activos financieros y los procesos de deterioro o solvencia de los diversos agentes económicos que actúan en el mercado.

5. APROXIMACIÓN A LA METODOLOGÍA RISK METRICS

El inicio del éxito del modelo VaR, se remonta a 1994, cuando J.P. MORGAN da a conocer al mercado, su metodología RiskMetrics, o también conocida como método de Alisamiento Exponencial, que debido a su fácil implementación hace que tenga una rápida propagación en el mundo financiero a nivel mundial, siendo hoy todavía un producto de gran

difusión a nivel mundial, donde grandes entidades financieras a nivel nacional e internacional la siguen utilizando.

En este modelo lo que nos interesa medir, es la ocurrencia de valores extremos (en las colas de la distribución). Ahora bien, es interesante observar que dependiendo de que si la posición es compradora o vendedora, el cálculo del VaR, nos determinará si se trata de la cola izquierda de la distribución o de la derecha, la que tengamos que estudiar:

>Compra: Si deseamos adquirir una cierta posición financiera, el riesgo será que su precio aumente. (Parte derecha de la distribución)

>Venta: Si somos los propietarios de los activos financieros y por tanto lo que buscamos es defender una posición, el riesgo será que se desplome el precio. (Parte izquierda de la distribución)

En RiskMetrics se utiliza también la distribución normal, aunque hay distribuciones como la T-Student, que en sus colas, observan un área mayor, lo cual significa que los valores extremos de la misma tienen un mayor peso, en consecuencia nos permitiría un mejor ajuste. Este punto es una de las críticas más feroces que soporta el modelo RiskMetrics.

Un sencillo ejemplo de cálculo del VaR, bajo la metodología RiskMetrics al 95% de significación, dentro de los siguientes k días, siendo SD su desviación estándar obtenida (por ejemplo 0,00271), calcularíamos el VaR, mediante esta sencilla operación:

$$\mathbf{VaR = POSICION \text{ € } * 1,65 * DESVIACION ESTÁNDAR}$$

Con una inversión de 1.000.000 de €, con el dato de la desviación estándar ya realizado, al nivel de significación del 95% y obteniendo en las tablas de la distribución Normal, el valor de 1,65. Obtenemos el valor de 4,47 €, o sea que por cada millón de posición, la pérdida máxima esperada es ese valor con ese nivel de confianza.

RiskMetrics se basa en la idea de que la distribución de rendimientos evoluciona a lo largo de tiempo, siguiendo una distribución Normal con parámetros (μ , δ), donde:

$$\mu = 0$$

$$\sigma_t^2 = \lambda * \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) * r_{t-1}^2$$

Donde:

- μ , es la media.
- σ_t^2 , es la volatilidad estimada para el factor i en el día t .
- r_{t-1}^2 , es el cambio porcentual más reciente en el precio.
- λ , es el factor de caída tomando valores entre 0,94 y 0,99.

Con $\lambda > 0$, $1 > \lambda > 0$, que es lo que se llama modelo GARCH (1,1), siendo una serie que posee una raíz unitaria en la varianza condicional, por lo que la línea de evolución de la volatilidad¹³ será probabilística, lo que hace a este modelo atractivo será que un shock tiene efectos permanentes por lo que la evolución de la volatilidad queda para siempre alterada por una perturbación.

Un tema de vital importancia será reconocer que los réditos diarios están incorrelacionados, mientras que sus cotizaciones están fuertemente correlacionadas. Por consiguiente, para estimar la volatilidad condicional del modelo, RiskMetrics recomienda la utilización del EWMA por sus siglas en ingles Exponentially Weighted Moving Average.

Una vez obtenido el dato que buscamos, se tendrá que realizar *el backtesting*, la cual consiste en verificar como se hubieran desempeñado las valoraciones del VaR en el pasado. Suponiendo que se calculase un VaR diario al 99 por ciento de confianza, el backtesting implicaría ver cuántas veces la pérdida de un día excedería el VaR calculado para ese día. Si esto ocurre en aproximadamente un 1 por ciento de los días, podremos suponer que el modelo es correcto.

6. LIMITACIONES DEL MODELO RISKMETRICS

Con el paso de los años, se han ido contrastando los resultados obtenidos por el modelo y ha dado paso a las críticas sobre el mismo, generalmente por la inexactitud de los resultados obtenidos.

Entre ellas podemos destacar a la que se da en un mayor número de ocasiones, sucediendo cuando existen épocas de gran inestabilidad en el mercado, ya sea por escándalos financieros, por medidas económicas severas o por movimientos especulativos, aquí el RiskMetrics entra en serio conflicto, como ya hemos comentado, modeliza la distribución siguiendo una Normal, centrándola en la media, dando así poco peso o valor a las estimaciones que se van a los extremos de la misma.

Por poner un ejemplo a nivel mundial, en la actualidad, donde los mercados presentan una gran inestabilidad, que los Estados Unidos de América decida realizar una ataque preventivo en un país del Oriente Medio o que en Corea del Norte, realicen ensayos con bombas atómicas, son

¹³ A la variabilidad de precios (**volatilidad**) del mercado se le denomina (**Vega**). La volatilidad del mercado influye de forma directa al precio de la prima, a más volatilidad mayor precio hay que pagar por la prima de esa opción

hechos probables pero que se presentan en el modelo como hechos anormales, acabando alojados en alguna de las colas de la distribución diluyendo su posible efecto

Dado que no existe una metodología única para el cálculo del Valor en Riesgo, reviste especial importancia analizar los diferentes enfoques para el cálculo del VaR y analizar sus posibles limitaciones.

7. ANALISIS DE ENFOQUES ALTERNATIVOS PARA EL CÁLCULO DEL VaR

Debido a que no existe consenso en cuanto al enfoque que debe utilizarse para el cálculo del VaR, a continuación vamos a analizar los fundamentos básicos y las limitaciones de las variantes más utilizadas para realizar el mencionado cálculo.

Cada una de ellas, tiene sus seguidores y detractores, destacando que a medida que se aumenta la fiabilidad de los resultados obtenidos, los costes de gestión del modelo, pueden hacer que la implantación del modelo sea prohibitiva

7.1. Modelo de Simulación Histórica

7.1.1. Fundamentos básicos

Las metodologías basadas en simulación histórica pueden agruparse, básicamente en dos grupos:

- Las basadas en ventanas temporales relativamente pequeñas (lo típico son unos 250 datos) para las cuales es útil usar métodos de alisado exponencial: la importancia relativa de un dato de la muestra decae exponencialmente con el tiempo con el fin de que pesen más los datos más recientes.
- Las que utilizan ventanas temporales más grandes (1000 datos) con el fin de obtener una simulación más robusta.

Las primeras captan muy bien los cambios en los regímenes de volatilidad, mientras que las segundas dan medidas de VaR más robustas cuando se las somete a un back-testing sistemático. Es cierto que la implementación de este tipo de metodologías ha supuesto un importante progreso en la gestión del riesgo de las entidades financieras, sin embargo, el tiempo ha puesto en evidencia las limitaciones de los mismos.

A pesar de las mejoras técnicas que se les han incorporado (por ejemplo métodos GARCH para ajustar la matriz de covarianzas y no tener que suponer los modelos estables a lo largo del tiempo, algo no muy acorde con la experiencia cotidiana), el uso de los modelos normales supone un importante riesgo de modelo.

7.1.2. Principales limitaciones

La principal, es que estos modelos infravaloran de manera sistemática el peso de las colas, sobre todo del lado de las pérdidas y llevan a estimaciones del VaR demasiado optimistas. En la práctica, aunque no siempre se sea consciente de ello, el modelo de rendimientos normales está implícitamente relacionado con una teoría en la cual sólo importan los dos primeros momentos: rendimientos y desviación típica, siendo éste el enfoque adoptado por J.P. Morgan con su RiskMetrics.

De todas las distribuciones posibles con los dos primeros momentos dados, la normal es aquella que maximiza la entropía, es decir aquella que menos hipótesis suplementarias hace. Esto tiene importantes consecuencias prácticas de las cuales no siempre se es consciente. Por ejemplo, si uno se preocupa sólo de los dos primeros momentos se puede dar la paradoja de que la cartera que minimice la desviación típica (momento de orden dos) para un rendimiento dado, de un VaR mayor (momento de orden cuatro o *curtosis*) que el de la cartera de partida. Dicho de otra manera: *al minimizar los riesgos ordinarios se pueden incrementar los riesgos extremos*, simplemente debido al hecho de que uno no hace nada por controlarlos.

De manera análoga, este tipo de enfoque ignora el momento de orden tres o *asimetría* a pesar de lo significativo que puede ser, para la gestión del riesgo de mercado de una cartera, las simetrías en las distribuciones de los rendimientos de la misma y las evidencias de estos, no sólo en el caso de carteras con derivados. Estos defectos de los modelos normales resultan, al menos en parte, paliados por los modelos basados en la simulación histórica. Sin embargo, el carácter escaso y discreto de los rendimientos extremos, incluso en el caso de muestras muy grandes, tiene consecuencias importantes.

Por una parte no es posible predecir pérdidas fuera de la muestra: resulta imposible prever una pérdida mayor a la experimentada en el pasado y según el tamaño de la ventana temporal que se esté usando esto puede ser una limitación muy importante. En la práctica, los rendimientos (pérdidas) extremos pasados pueden no ser buenas predicciones de los rendimientos extremos futuros. Además, estos métodos no permiten llevar a cabo experimentos de sensibilidad de la cartera a pequeñas variaciones de determinados parámetros.

7.2. Modelo de Varianzas y Covarianzas

7.2.1. Fundamentos básicos

Este método usa una base de datos histórica para construir una matriz de correlaciones para un periodo de tenencia u horizonte temporal. Las posiciones en los instrumentos son descompuestos de acuerdo a sus factores de riesgo distribuidos según sus posiciones Delta equivalentes.

En la aplicación de la metodología de Varianzas y Covarianzas será necesario definir previamente el tipo de comportamiento que siguen los subyacentes (factores de riesgo) de cada posición y determinar la expresión de la función de probabilidad. Lo usual será considerar que el

comportamiento del precio de los activos financieros sigue una distribución Log normal y que los retornos del activo siguen una distribución normal (independiente e idénticamente distribuida), lo cual puede constituir una limitación, no obstante facilita el tratamiento de carteras compuesta por activos “normales”. Una vez que se aproxima la función de distribución del activo subyacente será posible calcular los puntos correspondientes a los distintos intervalos de confianza. Es decir, dada una distribución normal de media $\bar{\omega}$ y desviación estándar σ se obtendrá un intervalo de confianza determinado (número de veces de σ).

Así, el VaR por un factor de riesgo de un instrumento sobre un horizonte temporal de 10 días:

$$VaR_I(99\%) = Va_I * \sigma * NC * (HP)^{1/2}$$

Donde:

Va_I = Valor actual en unidades monetarias del instrumento I

σ = Volatilidad diaria

NC = Nivel de confianza estadística, igual a 2.33 para un 99%.

HP = Período de tenencia

Siendo el VaR de una cartera:

$$VaR_c = (V * C * \rho)^{1/2}$$

Siendo:

V = Vector del VaR por instrumento

C = Matriz de coeficientes de correlación

ρ = Coeficiente de correlación, calculado como: $\rho_{1,2} = (\sigma_{1,2} / (\sigma_1 * \sigma_2))$

7.2.2. Principales limitaciones

Además del supuesto anteriormente citado, la distribución normal para el retorno del activo subyacente, otra crítica es la presunción que las correlaciones permanecen constantes en el horizonte temporal del VaR. Los datos deben actualizarse al menos cada tres meses y más a menudo si se observa un periodo de continuos cambios significativos en los precios o las volatilidades como pueda ser el actual.

Otra crítica es que esta metodología puede realizar unas estimaciones incorrectas de los instrumentos con opciones implícitas (renta fija con estructuras) o explícitas (opciones financieras) u otro tipo de instrumento no lineal, pues este método supone ausencia de posiciones con

comportamiento no lineal. Este tipo de VaR se sugiere para carteras simples, sin posiciones en las coberturas anteriormente citadas.

Una de las variantes existentes para calcular el VaR de acuerdo con este modelo, es Riskmetrics, ya que supone que las varianzas de los retornos no son homocedásticas, es decir, varían a través del tiempo y también que las varianzas y covarianzas de la serie histórica de los retornos presentan algún grado de autocorrelación.

7.3. Montecarlo Estructurado

7.3.1. Fundamentos básicos

El enfoque de Montecarlo es una denominación genérica aplicable a métodos que buscan resolver un problema generando series de números aleatorios y observando aquella fracción de números que obedezcan a ciertas propiedades. Este modelo se aplica para obtener soluciones numéricas a problemas muy complicados o con escasa información y que no pueden ser resueltos de manera analítica. Stanislaw Ulam, matemático polaco que formalizó este enfoque en 1946 lo nombró así por un pariente propenso a las apuestas.

En el ambiente financiero y de tesorería se pueden identificar dos niveles de administración del riesgo financiero donde se aplica Montecarlo:

- Alto nivel: análisis de escenarios y VaR por mesas, bancas o a nivel institucional
- Bajo nivel: sensibilidades de portafolios y operaciones, como parte de valuación a mercado (*mark-to-market*) y de procesos de cobertura.

La simulación Montecarlo para cálculo del VaR requiere ajustarse a distribuciones de retorno históricas. Simplemente se busca representar el valor futuro (no descontado) de un portafolio estático (sin cobertura dinámica). Siguiendo los siguientes pasos:

1. Generar series con números aleatorios con base en una distribución normal estandarizada (matriz X).
2. A partir de la matriz de varianza-covarianza aplicar la descomposición de Cholesky para obtener una nueva matriz (matriz AT).
3. Determinar la matriz $Y = AT * X$ donde $Y \sim N_{(0,\Sigma)}$
4. Generar 4.000 simulaciones de los factores de riesgo (al valor actual del factor de riesgo se agrega el valor de las variaciones simuladas).
5. Revaluar el portafolio con cada uno de los valores estimados de los factores de riesgo.
6. Calcular pérdidas y ganancias del portafolio. Obteniéndose de la diferencia entre el valor del portafolio simulado en cada uno de los escenarios y el valor del portafolio vigente en la fecha de evaluación.
7. Ordenar los resultados del portafolio de mayores pérdidas a mayores ganancias y calcular el VaR con base en el nivel de confianza elegido.

Para ello, se deben considerar dos elementos:

1. El número de factores de riesgo (subyacentes) involucrados: p.e. valuación de una cartera de opciones, sensibilidades de una curva de rendimiento a una opción de tasa de interés, VaR.
2. El número de pasos requeridos para cada factor: p.e. valuación de una opción asiática o un swap "*knock out*" (sendero de dependencia)

Cuando los dos factores están presentes la dimensionalidad, medida por la tasa de convergencia, es el producto ambos números

El VaR se calcula de los percentiles de la distribución total de los resultados. Por su forma de cálculo, este enfoque requiere cada día la posición mantenida de forma completa sobre un gran número de realizaciones de las variables aleatorias subyacentes. El problema aquí es que los métodos de simulación requieren tiempo de cálculo sustancial cuando se aplica a carteras grandes.

7.3.2. Principales limitaciones

Los generadores de números aleatorios Montecarlo, son llamados pseudo-aleatorios, ya que en el análisis asintótico presentan error. Además se demuestra que la tasa de convergencia es alta, la generación de puntos cuasi-aleatorios ofrece un grado de uniformidad más alto (de baja discrepancia), llevando el cálculo a mejor rendimiento en bajas dimensionalidades, pero mostrando una dependencia dimensional más suave que puntos uniformes.

Una fortaleza del método Montecarlo Standard es la posibilidad de realizar análisis del error estadístico de muestreo (el error mismo es aleatorio).. En la práctica esto es muy difícil de calcular y puede sobrestimar el error real.

Esto deja abierta la posibilidad de error catastrófico de convergencia en muestras cuya tamaño es de interés práctico. Esta posibilidad es preocupante si no se establecen procedimientos de estimación del error.

En todo caso, la metodología es muy aplicable a los problemas que enfrentamos a diario, cosa que determina que el método sea potencialmente más exacto porque tiene en cuenta pagos de la renta no-lineales e incluso efectos de decadencia temporal que generalmente se ignoran en el enfoque delta-normal.

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este artículo se ha realizado una aproximación general a los Acuerdos de Capitales de Basilea I y Basilea II, poniendo énfasis en la gestión de los riesgos financieros. En este sentido, concluimos que Basilea II favorece:

- La creación de incentivos para mejorar los procedimientos en general de evaluación de riesgos financieros y en particular de la utilización de la metodología VaR.
- Las mejoras en el sistema de gobierno de las entidades financieras, mediante la aplicación de modelos internos de riesgo.
- Un cambio cultural en las propias entidades financieras, concienciando a la dirección de las mismas de la importancia de la gestión de los riesgos de crédito, operativos y de mercado.
- La administración de riesgos, lo cual requiere nuevas y sofisticadas herramientas de información y gestión.
- La realización de inversiones en nuevas tecnologías, con el fin de adecuar sus infraestructuras a las nuevas necesidades.

En suma, con la puesta en marcha de Basilea II, se ha de dar lugar a un sistema bancario más sólido y sensible al riesgo de lo que fue, bajo el Acuerdo de Basilea I. Al mismo tiempo, se reforzarán las infraestructuras financiera y supervisora de los países que lo apliquen.

Por lo que a los principales modelos que se han dado a conocer a nivel mundial bajo el enfoque VaR, se han realizado una serie de reflexiones críticas en torno a ellos, haciendo hincapié en el más conocido entre ellos, el RiskMetrics.

Reconocemos el avance que supuso en su momento RiskMetrics ya que convirtió, a principios de los años noventa, un concepto prácticamente desconocido como era la gestión del riesgo en algo operativo. Pero dada la evolución de los mercados financieros internacionales y el desarrollo de modelos más complejos, actualmente puede afirmarse que presenta ciertas lagunas que se han puesto de relieve a lo largo de este trabajo.

Pero dado que no existe una metodología única para el cálculo del valor en Riesgo se han analizado de manera sintética los enfoques alternativos más utilizados para el cálculo del VaR y se puesto de manifiesto sus limitaciones. De dicho análisis, cabe resaltar que el modelo de Montecarlo Estructurado es superior en relación al resto de modelos analizados, pero su complejidad operativa hace difícil su implantación.

Concluimos nuestro estudio, reconociendo que todavía queda un largo camino por recorrer pero la aplicación de las técnicas existentes para el tratamiento de la incertidumbre conducirán a abrir nuevos caminos en la medición y gestión del los riesgos financieros.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTMAN, R., (1998), "Credit Risk Measurement: Developments over the last 20 years", Journal of banking and Finance, 21, 1721-1742.

- BANCO CENTRAL EUROPEO, (2005), “El nuevo Acuerdo de Basilea: Principales Características e Implicaciones”, Enero 2005.
- BROOKS, C., (2000), “A Word of Caution on Calculating Market-based Minimum Capital”, *Journal of Banking & Finance*, Num.24, 1557-1574, 2000.
- CABEDO, J.D.; (2003), “El Valor en Riesgo de una Cartera: Una Aproximación de Simulación Histórica”, *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa* 9 (1). 229-250, 2003.
- CASANOVAS RAMON, M., (1977), “Teoría Random Walk y su contrastación en el mercado bursátil español”, Ed. Colegio Agentes de Cambio y Bolsa, Barcelona 1977.
- CASANOVAS RAMON, M., (1999), “Opciones financieras”, 5ª Ed.. Editorial Pirámide, Madrid 1999.
- DUFFIE, D. and SINGLETON, K.J., (2003), “ Credit Risk: Pricing, Measurement and Management, Princetown University Press. Princetown 2003.
- ESTUDIOS DE ECONOMIA, (2001), Vol.28 – Nº2, Value at Risk: Teoría y Aplicaciones, Diciembre 2001. Pags. 217-247.
- GASOL MAGRIÑA, A., (2006), “La Industria Bancaria en el Marco de Basilea II”, Ed. ACCID, Barcelona 2006.
- HENDRICKS D., (1996), “Evaluation of Value at Risk models using historical data”, *FRBNY Economic Policy Review*, Num. 2, 39-70, 1996.
- JORION,P., (1997), “Value-at-Risk: The new benchmark for controlling market risk”. Ed. Irwin Professional Publishing 1997
- J.P. MORGAN (1995), “Riskmetrics technical document”, Morgan guaranty Trust Company Market Research. 1995 Third Edition
- KAO, D.,L., (2000), “Estimating and Pricing Credit Risk: An Overview”, *Financial Analysts Journal*, 50-56, 2000.
- KNOP, R. y otros, (2004), “Medición de Riesgos de Mercado y de Crédito”, Ed.Ariel, Barcelona (2004).
- LONGIN, F., (2001), “Beyond the VaR”, *Journal of Derivatives*, Num. 8, 36-48, 2001.
- PEÑA, J. y otros, (1999), “Why do we smile? On the determinants of the implied volatility function”, *Journal of Banking and Finance*, 23, 1151-1179.
- SAUNDERS, A., (1999), “Credit Risk Measurement”.
- SAVARDUS, A. y ALLEN, L., “Measurement: New approaches to Value at Risk and other Paradigms”, Ed. Jonh Wiley & Sons, New Cork, 2002.

6.3. Artículos publicados en Congresos

6.3.1. Artículo Publicado en el II Congreso de Contabilidad de Catalunya. Mayo 2007. IESE Business School. Barcelona

El Risc de Crèdit, efectes de l'aplicació de Basilea II

Prof. E.Vizuete Luciano; Prof. Dra. Montserrat Casanovas

evizuelu7@ademp.ub.edu mcasanovas@ub.edu

Universitat de Barcelona (Spain)

Dept. Economia y Organització de Empreses

Avda. Diagonal 690

08034 Barcelona (Spain)

Telf: +34 93.402.19.62

ABSTRACT

Acabem d'iniciar el 2007 i amb ell s'ha posat en marxa l'anomenat acord de Basilea II, que ha posat en relleu la necessitat de disposar de models de valoració del risc, que permetin obtenir l'anomenat ràting, sobre tot, per les petites i mitjanes empreses, ja que aquestes no solen estar sotmeses a controls externs.

En aquest context, intentem fer una petita exposició de tot allò que s'ha modificat amb l'aplicació de Basilea II i les principals modificacions relatives a la valoració del risc de crèdit de les PIMES tan arrelades a casa nostra i com a conclusió, fem una introducció de la normativa que està a punt d'arribar, el MIFID (Markets In Financial Instruments Derivative)

KEYWORDS: Basilea II, Risc de Crèdit, PIME, ràting, MIFID

1.- INTRODUCCIÓ

Per dur a terme l'activitat de qualsevol empresa necessitem recursos: personal amb un perfil determinat, temps i per descomptat diners. Sense financiació d'algun tipus és impossible que l'empresa funcioni, com sabem els diners els pot posar l'empresari, uns inversors, el banc, els clients, els empleats... entre d'altres.

Generalment podem diferenciar dos tipus de financiació segons el seu destí: Per una part ens trobem la que pretén cobrir el període des de que l'empresa paga als seus proveïdors fins que cobri dels seus clients (financiació del capital circulant) i per l'altre banda ens trobem amb aquella que té com a finalitat la inversió en actius.

Sent aquesta última d'una importància cabdal en les empreses industrials, en empreses que estan dintre de processos d'expansió fora de les nostres fronteres, d'altres que volen iniciar-se en noves oportunitats de negoci, o d'altres que estan començant a desenvolupar la seva activitat.

En canvi, la financiació del circulant cobra molta importància en empreses de serveis; ja que els seus clients paguen a 60 o 90 dies mentre que els seus proveïdors cobren en 30 dies. Aquestes presenten el greu problema que a mesura que creixen en facturació, més financiació necessiten, entrant en una espiral molt perillosa per la seva supervivència.

Les entitats financeres exigeixen certa solvència als seus clients i dita solvència pot ser sinònim de disponibilitat de recursos financers, encara que hi ha que entendre la funció que tenen les activitats financeres i així com quines són les operacions per les que val la pena acudir a elles o no. Generalment poden finançar totes les necessitats de l'empresa, tant a curt com a llarg termini. El que diferencia als bancs i caixes d'altres tipus de finançadors és el nivell de risc que estan disposats a assumir. Això vindrà també reflexat en els tipus d'interès que cobren i que solen variar en funció de l'operació que es vol contractar i la persona física o jurídica que la demana, sent gairebé sempre més baixos que les rendibilitats que exigeix qualsevol inversor per entrar a formar part del capital de l'empresa per exemple.

Aquestes limitacions en quant els riscos que estan disposat a assumir, porta a situacions on els petits i mitjans empresaris no arriben a comprendre el desig de les primeres de controlar aquests. Quan una empresa que necessita financiació però el seu perfil de risc no encaixa dins el paràmetres de les entitats financeres, ha de buscar un finançador disposat a assumir un major grau de risc, encara que aquesta situació comporti unes majors exigències de retorn de la inversió.

El 13 de juny del 2000, la Comissió Europea va emetre el document “La estratègia de la Unió Europea en matèria d’informació financera: el camí a seguir” que va suposar un punt d’inflexió cap a l’harmonització comptable a la Unió Europea. En el mateix es recollia la necessitat d’impulsar un mercat únic de valor, que contribuís al creixement econòmic generalitzat, de forma que els estats financers, principal eina d’anàlisi utilitzat per emissors e inversor, poguessin ser comparables en tot el territori comunitari, i que a la llarga han portat al que coneixem com a Normes Internacionals de Comptabilitat (NIC’s).

La Normativa bancària de Basilea II (2007) i Les Noves Normes Internacionals de Comptabilitat (NIIF’s/NIC’s) (2007), estan produint el major impacte financer i operatiu de les darreres dècades, ja que amb l’aplicació conjunta, el que es vol fer és donar una major transparència i homogeneïtat de les dades comptables empresarials i un nou tipus de relació banca/empresa.

2.- BASILEA II

El denominat comitè de supervisió bancària de Basilea va ser creat en 1975 per els governadors dels bancs centrals del grup dels 10 (G-10)¹⁴, amb l’objectiu de regular el capital necessari que tenen que mantenir les entitats de crèdit com a garantia dels riscos assumits per els seus actius.

Les primeres normes (Basilea I), van ésser emeses en 1988, sent revisades més tard en 1997, per més tard donar pas a Basilea II, amb l’objectiu de donar una estabilitat al sistema financer i no tan sols al nostre país sinó a nivell internacional. S’estableixen exigències mínimes de capital de les entitats financeres, ja que es basen en la gestió dels diferents tipus de riscos assumits per les mateixes.

Des de l’1 de gener del 2007, s’han començat a aplicar els criteris marcats en el marc de Basilea II, que del seu predecessor manté entre d’altres la xifra del 8% que han de mantenir les entitats financeres com a reserves sobre el risc adquirit, però com a novetat s’introdueix la ponderació del mateix segons el tipus de risc adquirit per l’entitat. Així hauran d’aplicar uns preus superiors en aquelles operacions que presentin un risc més gran.

Prèviament s’ha de procedir a la qualificació del risc assumit per cada crèdit, de forma que els crèdits en els que l’entitat financera assumeix un major risc, es ponderen al 150% del seu import, mentre que els atorgats a les empreses més solvents ponderaran al 20%. Segons el quadre 1.

¹⁴ Actualment, el Comitè està compost per els alts representants de les autoritats de supervisió bancària i de bancs centrals d’Alemanya, Bèlgica, Canadà, Espanya, Estats Units, França, Itàlia, Japó, Luxemburg, Suècia, Suïssa, Països Baixos i Regne Unit.

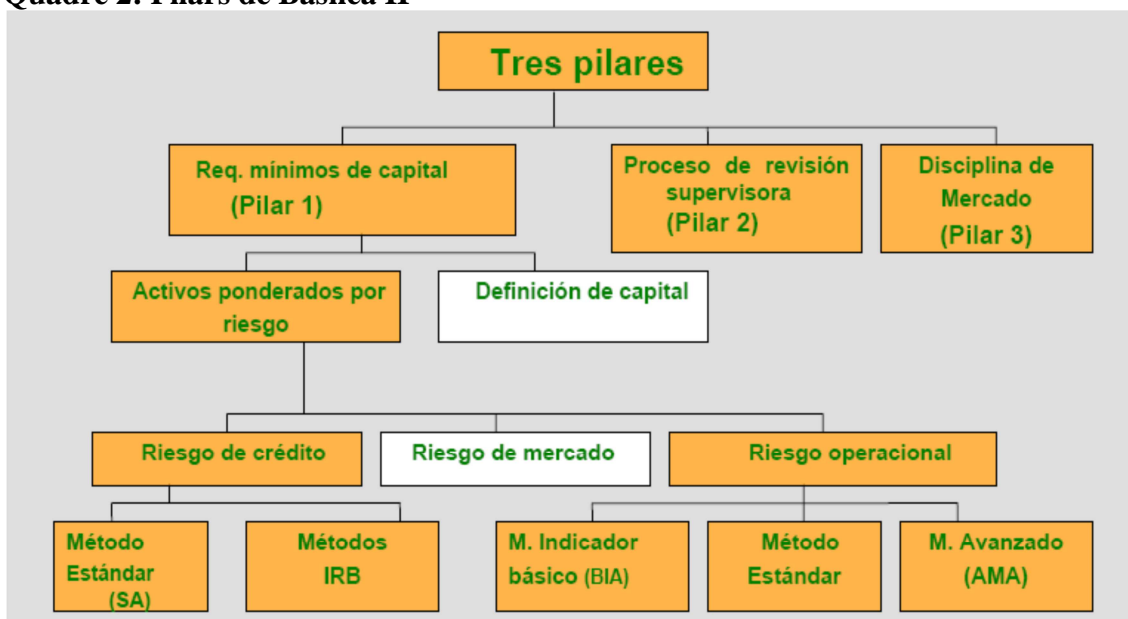
Quadre 1: Ponderació de les operacions creditícies pel risc assumit a Basilea II

PROPOSTA DE BASILEA I							
Empreses	Països Zona A (*)					Països Zona B	
	100					100	
PROPOSTA DE BASILEA II							
Empreses	AAA a AA-	A+ a A-	BBB+ a BBB-	BB+ a BB-	B+ a B-	Per sota de B-	No classificats
	20	50	100	100	150	150	100

(*) Estats membres i altres països que són membres de ple dret de l'OCDE

Respecte els tres pilars en els que sustenta Basilea II (medició, supervisió i disciplina de mercat), les entitats centren els seus recursos actualment en complir els requisits establerts en el Pilar I (medició), deixant de banda els altres dos. Dins el Pilar I, els principals esforços de les entitats financeres a casa nostra s'estan centrant en l'emmagatzematge d'informació, validació del models de risc i documentació. Per un altre costat els apartats on s'aprecia la necessitat de realitzar uns majors esforços són els relatius als canvis de cultura i de procediments per la gestió de riscos, aspectes que a la llarga han de comportar unes majors avantatges competitives per a les entitats.

Quadre 2: Pilars de Basilea II



Basilea II ha d'implicar per a les empreses:

- ✚ Tarifes més personalitzades.
- ✚ Les empreses millor gestionades, no les més grans, tindran un millor tractament creditici que actualment.
- ✚ Tradicionalment aquesta es basava en l'experiència dels analistes de riscos de les entitats.
- ✚ Es passa d'un sistema, on és prioritari, encara que no únic, el fonament estadístic i els mètodes objectius de mesura del risc, encara que la darrera decisió sempre queda en mans de l'expert.
- ✚ S'objectivitza la concessió del crèdit.

- ✚ S'homogeneïtzen els criteris a aplicar pels departaments de riscos de cada entitat creditícia.

3.- RISC DE CREDIT

El que ha comportat l'aplicació de Basilea II, entre d'altres efectes, ha sigut potenciar els departaments de gestió de riscos de les entitats financeres, per l'aplicació dels "Sistemes de Medició del Rendiment ajustat per el Risc"(RAROC).

Entre tots els riscos, destaquem aquell que Basilea II li dóna una major importància, el risc de crèdit, que es divideix en quatre components:

- ✚ La probabilitat d'impagament (**PD**).
- ✚ La pèrdua en cas d'impagament (**LGD**).
- ✚ L'exposició en el moment d'impagament (**EAD**).
- ✚ El termini de les operacions (**M**).

Aquests conceptes són utilitzats per al càlcul de les pèrdues esperades (**EL**), que han de ser cobertes amb provisions de les entitats de crèdit i les pèrdues inesperades (**UL**) amb els recursos propis. La "prima de risc" a pagar ha de cobrir la "pèrdua esperada" del préstec i el RAROC obtingut per l'entitat bancària (Rendiment sobre Capital Ajustat per Risc), la retribució del seu capital social i les despeses generals.

Per el càlcul del risc de crèdit, el principal des de el punt de vista prudencial, Basilea II planteja tres enfocaments diferents: Estàndard, Models interns de ràting (**IRB**) amb dos variants: Bàsic i Avançat. En quant al mètode basat en models interns (Internal ràting Based Approach), conegut per les seves sigles IRB, hi ha que distingir el model bàsic (**IRB Foundation**) i l'avançat (**IRB Advanced**). Segons aquests mètodes, cada Entitat Financera ha de tenir un capital regulador adient amb el seu perfil de risc. Per obtenir el resultat s'utilitzen diferents models amb la fi de poder qualificar el risc d'impagament de la contrapart i en funció del resultat assignar-li una categoria de qualificació. La probabilitat d'impagament d'un prestatari i el valor de la pèrdua són els paràmetres claus a determinar per l'enfocament IRB, ja que les exigències de capital regulatori, dependran del valor d'aquests paràmetres

Aprofundint en la matèria, un selecte grup d'entitats financeres, destacant al nostre país Caixa Catalunya, estan implantant d'una forma experimental el sistema de càlcul dels requeriments del capital IRB Avançat, que lis faculta a ponderar les seves necessitat de recursos en funció de la seva cartera de riscos. Aquesta modalitat, que tan sols s'ha pogut aplicar amb l'aprovació del vist i plau del Banc d'Espanya, es preveu que es pugui generalitzar a la resta d'entitats financeres en un futur proper, doncs té com a principal avantatge l'estalvi de capital enfront el model estàndard.

La conseqüència per les entitats que estan autoritzades a l'elaboració dels seus propis models, és la formació d'un àrea de control de riscos totalment independent de la concessió dels mateixos. Obligant a trobar nous instruments que permetin la contrastació de la capacitat predictiva dels models propis existents en les entitats financeres.

La nova normativa comptable del Banc d'Espanya classifica els instruments d'inversió creditícia i de deute en diferents categories en funció de la morositat produïda i/o el risc existent: normal, subestàndard, dubtós i morós.

Dins del risc normal hi ha, a més, altres subcategories:

- ✚ *sense risc apreciable* (sector públic, entitats de crèdit, garantia dinerària),
- ✚ *risc baix* (garantia hipotecària sobre habitatges acabats i sobre imports inferiors al 80% de la taxació),
- ✚ *risc mitjà-baix* (la resta de garantia hipotecària i la garantia real), *risc mitjà* (resta de sectors residents i països OCDE),
- ✚ *risc mitjà-alt* (crèdits consum i països no OCDE)
- ✚ *risc alt* (targetes, excedits i descoberts).

Basilea II, ha propiciat un canvi en l'entorn competitiu de les entitats financeres de tot el món, ja que beneficiarà a aquelles organitzacions amb millors sistemes per a la gestió dels riscos, en detriment d'aquelles més lentes en adaptar-se, segons diversos estudis.

A nivell mundial, la majoria d'entitats en quant la gestió del risc de crèdit, adoptaran els models avançats permesos a la nova normativa, encara que no totes ho podran fer en els seus inicis. En quant el risc operacional, poques entitats estan utilitzant l'enfocament avançat (AMA).

4.- EFECTES DE L'APLICACIÓ DE BASILEA II A LES EMPRESSES NO FINANCERES I PIMES

Encara queda molt camí per recórrer, però a mitjans-finals del 2006, el Banc d'Espanya va publicar un informe sobre les possibles conseqüències que tindria l'aplicació de Basilea II a les PIMES i una de les conclusions a les que arriba aquest informe que Basilea II en un principi no ha de tenir cap efecte negatiu sobre la capacitat de financiació de les empreses de casa nostra. Ni per les Grans Corporacions ni per les PIMES.

L'estudi es molt optimista en relació als efectes que tindrà l'aplicació de Basilea II en els préstecs a les micro-empreses (aquelles amb un saldo deutor inferior a 1.000.000 d'€), ja que es considera que la seva correcta aplicació podria fins i tot estimular-los, per les avantatges que anteriorment hem comentat.

Quadre 3: Aportacions de les PIMES a l'economia catalana al 2004.

Principals magnituds de la PIME a la ciutat de Barcelona i a Catalunya. 2004

Numero d'empreses, persones ocupades, milions d'€ corrents i euros per treballador

	Barcelona	Catalunya
<i>Valors absoluts</i>		
Empreses	123.662	492.307
Ocupats	551.034	1.903.037
VAB cf	24.795	75.926
Productivitat (euros / treballador)	44.997	39.897
<i>% PIMES / Total economia¹</i>		
Empreses	99,7%	99,8%
Ocupats	67,3%	60,8%
VAB cf	66,4%	58,4%
Productivitat (euros / treballador)	98,7%	96,1%
<i>% sobre Catalunya</i>		
Empreses	25,1%	100,0%
Ocupats	29,0%	100,0%
VAB	32,7%	100,0%
Productivitat (euros / treballador)	112,8%	100,0%

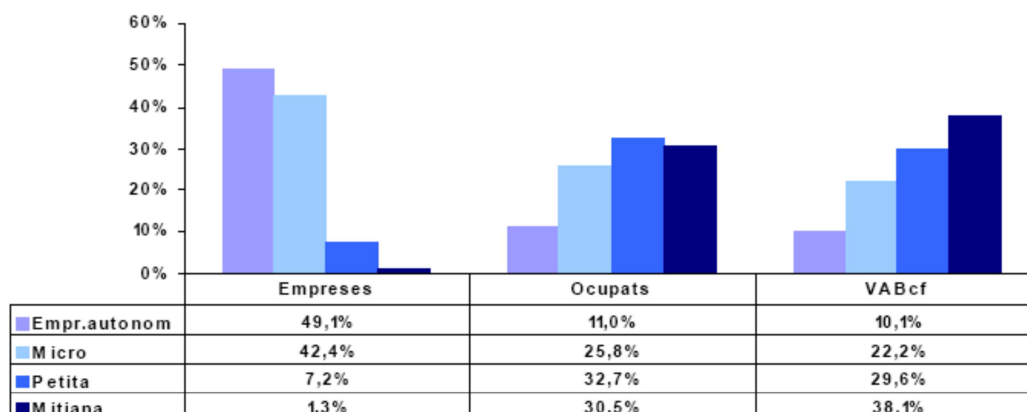
1. Inclou sector privat i sector públic

Font: Departament d'Estudis de Pimec (2006).

Quadre 4: Distribució del pes de les PIMES a la Ciutat de Barcelona

Distribució de les principals magnituds de les PIMES de la Ciutat de Barcelona per grandària d'empresa. 2004

% de cada grandària sobre el total de PIMES de la Ciutat de Barcelona



Font: Departament d'Estudis de Pimec (2006).

Quadre 5: Pes en el VAB de les PIMES

	PIMES	Ocupats	VAB
CATALUNYA	473	1.834	67.491
ESPANYA	2.695	10.167	293.953
EUROPA UE (15)	19.889	80.793	4.930.662
% CAT / ESP	17,6%	18,0%	23,0%
% CAT / UE(15)	2,4%	2,3%	1,4%

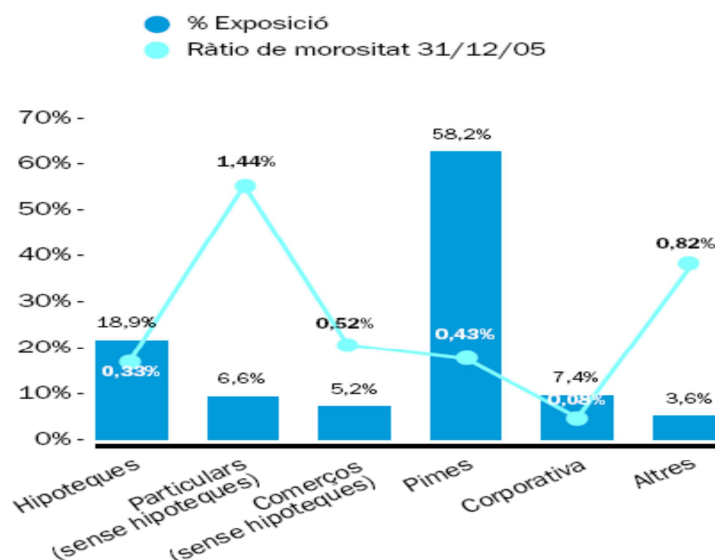
PIMES: Milers d'empreses de 0 a 249 assalariats

Ocupats: Milers d'ocupats

VAB: Valor Afegit Brut en milions d'euros del 2002

Abans de l'aplicació de la nova regulació, diversos sectors van clamar en contra de la seva aplicació ja que es considerava que seria un fre per a la concessió de crèdits a les petites empreses. Ja que Basilea II lliga de forma directa la solvència amb la qualitat del préstec i destaquem que els crèdits a les PIMES encara que presenten un major grau d'exposició a les entitats que els concedeixen; segons el gràfic 1, aquests presenten unes taxes de morositat molt correctes i que tan sols són rebaixades per les operacions concedides mitjançant hipoteques a particulars i les grans operacions de Banca Corporativa.

Gràfic 1: Taxes de Morositat a l'activitat creditícia del Banc Sabadell



Sorprenentment l'informe del Banc d'Espanya va argumentar que els càlculs macroeconòmics realitzats, donen com a resultat que els requeriments de capital seran força significatius en al·lusió a les micro-empreses ja que el consum promig de recursos propis, serà 4,53%, enfront el 8% actual.

En quant els requeriments de capital per a la financiació de les grans empreses com les que cotitzen a l'IBEX-35, aquests poder veure's reduïts en un 10%, segons comenta l'informe.

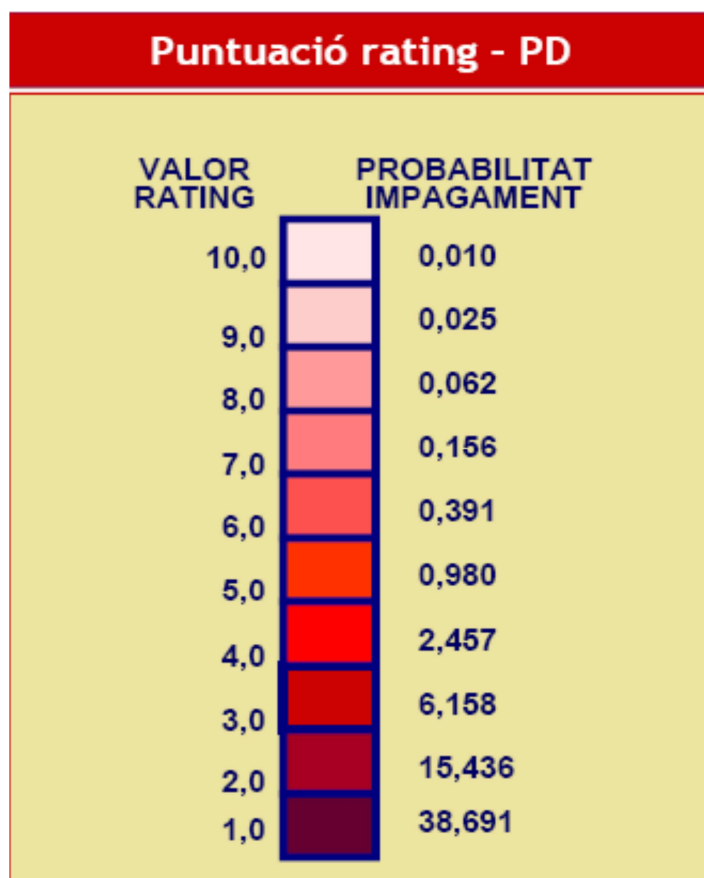
La publicació de l'estudi va coincidir amb un període de consultes sobre la futura implantació d'uns criteris de solvència. Així el supervisor va voler recopilar informació per tal de facilitar l'aplicació a principis del 2008 de la nova regulació que emana de les directives comunitàries sobre la matèria.

L'adaptació de la normativa a Espanya ha suposat una inversió significativa de les entitats i que finalment ha superat les expectatives. I els principals directius d'aquestes parlen de la naixença d'un nou i millor marc de gestió on la informació sobre els riscos és fonamental. Altres Estats membres de la UE es troben a l'actualitat en una època molt semblant a la nostra en quant la transposició de les normes financeres i comptables, exceptuant el Regne Unit on estan molt més avançats.

5.- RÀTING

Les entitats financeres que han anat un pas per endavant de les altres, des de fa uns anys qualifiquen a les empreses amb les que mantenen relacions comercials mitjançant criteris de ràting, basats en la previsió interna de la probabilitat d'impagament. El model de ràting es revisa anualment basant-se en l'anàlisi del comportament de la morositat real. A cada nivell de qualificació de ràting s'assigna una taxa de morositat anticipada, que permet alhora la comparació homogènia respecte a altres segments i a les qualificacions d'agències de ràting externes, per mitjà d'una escala mestra, segons ens mostra el quadre 6.

Quadre 6: Escala Ràting – Probabilitat d'impagament



Compost per factors predictius de la morositat a un any, està dissenyat per a segments diferents, seguint uns criteris diferenciats:

GRANS EMPRESES

- + Puntuació basada en Informes financers
- + Diferenciació per sectors
- + Basant-se en ràtings interns disponibles (S&P, Moody's...)

MITJANES EMPRESES

- + Major pes dels ratis financers
- + Èmfasi en els factors qualitius
- + Seguiment a temps real de la situació de la empresa

PETITES EMPRESES I MICROEMPRESES

- + Els factors no financers són determinants
- + Els qualitius, aporten més valor a l'operació
- + Informació operativa

A millor ràting del prestatari:

- + Major volum de finançament.
- + Menor cost a pagar.
- + Major capacitat de negociació amb les entitats bancàries

6.- EFECTES COL·LATERALS DE BASILEA II

Un aspecte fonamental, derivat de la normativa, és el relacionat amb les tècniques de fixació de preus al considerar-ne no sols les estratègies comercials a l'hora de la seva determinació sinó també les variables de risc implícites en l'operació. Els productes que ho patiran en una major mesura seran els préstecs de consum i les hipoteques, comportant a la llarga una major especialització del negoci financer, degut a l'augment de la utilització i negociació dels instruments de transferència de riscos.

L'empresari ha de mantenir una visió pro-activa en el nou escenari que se li presenta, ja que ha de tenir present que el cost dels recursos financers és un dels factors més importants per el desenvolupament i creixement de l'empresa. Amb una bona gestió del govern intern de l'empresa, entre d'altres podem destacar el efectes següents:

- + Millorar l'estructura financera.
 - Nivell adequat de recursos propis.
 - Millorar els aspectes de "gestió":
 - Procediments interns comptables i financers.
 - Transparència dels seus estats comptables.
- + Millorar aspectes de gestió interna
 - Comportament creditici històric.
 - Comportament amb la globalitat del sistema econòmic-financer" (CIRBE, bureaus de crèdit, informacions judicials).
 - Aspectes qualitius de l'empresa.

- ✚ Les entitats en la determinació del seu ràting tindran en compte el comportament global que manté en el sistema financer (CIRBE)

En aquest nou context les empreses amb una millor gestió o solvència seran les millor tractades, que no vol dir que siguin les més grans sinó les millor gestionades, ja que s'està produint un canvi profund en la concepció del risc, ja que fins ara tradicionalment es basava en l'experiència dels analistes de riscos de les empreses. S'evoluciona a un sistema on és prioritari el fonament estadístic i els models objectius de control del risc, aconseguint a la llarga un procés objectiu en la concessió d'una operació d'actiu amb una entitat financera.

Els resultats de l'aplicació de Basilea II:

- ✚ Tots els prestataris sense excepció tenen el seu ràting
- ✚ La PIME en un principi surt positivament tractada en quant al consum de recursos propis de les seves operacions amb les entitats de crèdit, en funció de la seva probabilitat de mora
- ✚ Es potencien conceptes com el cost del risc i la prima de risc.

7.- CONCLUSIONS

L'aplicació de Basilea II, entre les seves avantatges, ens aporta:

- ✚ Transparència a la funció creditícia de les empreses de qualsevol mida.
- ✚ Contribueix a poder mesurar el risc de crèdit y la seva prima de risc associada
- ✚ Facilita que les empreses puguin valorar l'impacte de la seva qualificació creditícia en les operacions a contractar.

Però presenta una problemàtica que anem a comentar:

- ✚ Beneficia sobre tota a la gran empresa ja que per a la concessió d'operacions de crèdit i similars, els estats comptables de les mateixes disposen de molts més recursos per poder aplicar criteris comptables creatius.
- ✚ L'aplicació de l'acord suposa un increment de costos per a les entitats financeres que hauria de ser compensat amb la liberalització de recursos, que seran destinats a noves inversions.
- ✚ Des de un punt de vista sociològic, no sabem el seu efecte a les PIMES, ja que solen aplicar polítiques de maquillatge comptable, que disten molt de la visió de transparència de la informació que vol donar el sistema

Segons diversos experts, la seva aplicació presenta efectes pro-cíclics, ja que quan l'economia va bé, les empreses presenten millors resultats i afavorirà la concessió de majors crèdits que ajudin a augmentar la inversió, tenint l'efecte contrari si ens trobem en un període de recessió.

Resumint el que és Basilea II, podem dir que està dirigit a:

- ✚ Millorar la gestió del risc de les entitats de crèdit
- ✚ Adequar el nivell de recursos propis de les entitats en relació amb els riscos assumits
- ✚ Donar més transparència i fiabilitat al sistema financer
- ✚ Prevenir el blanqueig de capitals

La seva implantació en la gestió diària crea un avantatge competitiu que es reflecteix en una millora de la qualitat de servei

- ✚ Capacitat de resposta
- ✚ Agilitat i rapidesa de la decisió
- ✚ Discriminació de preus
- ✚ Sofisticació de l'oferta

Les entitats financeres contínuament es troben en processos innovadors que acaben afectant a la gestió de les mateixes i al sector econòmic en general. La implantació de les NIC'S i l'adopció de Basilea II són exemples clarificadors. L'últim gran repte que ha d'afrontar en un futur molt proper s'anomena MIFID i la seva adopció serà obligatòria a finals d'aquest any. MIFID (Markets In Financial Instruments Derivative), substituirà a l'actual Normativa de Serveis d'inversió, sent l'esforç últim per part del estaments europeus per a aconseguir la lliure circulació de capitals, bens i serveis. Afectarà a totes les entitats que presten serveis financers a la Unió Europea i a l'espai Econòmic Europeu, del que formen part Noruega, Islàndia i Liechtenstein.

Tenint com a objectius principals objectius de la seva implantació:

- ✚ Augmentar la protecció del client, amb una major transparència del mercat
- ✚ Més eficiència de mercat, establint unes normes úniques per a tots els estats membres
- ✚ Menors costos de transacció

Però, deixem aquest últim punt obert a noves investigacions en un futur proper.

8.- REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

AJUNTAMENT DE BARCELONA (2006) "Basilea II La nova relació Banca-Empresa", Departament de Promoció Econòmica.

AJUNTAMENT DE BARCELONA (2005) "Com gestionar els impagats?" Departament de Promoció Econòmica.

AJUNTAMENT DE BARCELONA I PIMEC (2006) "La PIME a Barcelona Ciutat".

BALLARIN, A (2005) "Control de Riesgo de Crédito: Una variable a considerar", Caixa d'Estalvis i Pensions de Barcelona

BANCO DE ESPAÑA (2003) "Las técnicas de modelización de riesgos: Análisis y aplicación a efectos supervisores".

BANC SABADELL (2005) Informa anual 2005, Gestió del risc.

CAIXA CATALUNYA (2005), Informe d'activitats.

CAIXA D'ESTALVIS I PENSIONS DE BARCELONA (2005), Informe d'activitats.

MENDIETA, M. (2007) "Los nuevos requisitos de capital para la banca favorecerán los créditos a las pymes" CINCO DIAS, 09-01-2007, Madrid.

ERNST & YOUNG (2006), “Los tesoreros de las grandes empresa asumen progresivamente nuevas responsabilidades más cercanas al negocio”, NOTA DE PRENSA

ERNST & YOUNG (2006) “Basilea II beneficiará a las entidades financieras con mejores sistemas para la gestión de riesgos”, NOTA DE PRENSA

LABATUT, I ALTRES (2006) “El riesgo de crédito en el marco de Basilea II y las NIIF”. Comunicación presentada a las V Jornadas de Contabilidad de ASEPU. Madrid

LABATUT, G I ALTRES (2006) “La predicción del fracaso empresarial en las pymes: un factor clave en el nuevo contexto financiero internacional”

LABATUT, G I ALTRES (2005) “La utilización de métodos de calificación interna para el cálculo del riesgo de crédito en el marco de Basilea II”, N°13 , R.V.E.H.

NORMAS INTERNACIONALES DE INFORMACIÓN FINANCIERA. NIC 30: “Información a revelar en los Estados Financieros de Bancos y Entidades Financieras similares”.

NORMAS INTERNACIONALES DE INFORMACIÓN FINANCIERA. NIC 32: “Instrumentos financieros: Presentación e información a revelar”

SOLEY, J. (2006) “La empresa en la encrucijada de las NIIF’s/NIC’s, IESE Business School, Universidad de Navarra

SOLEY, J. (2004) “La valoración crediticia de las empresas a la luz de Basilea II, Madrid

6.3.2. Artículo Publicado en el IPMU 2008

Clan Theory and its application in the selection of financial products

Emili Vizquete Luciano

Dept.of Business Administration, University of
Barcelona
evizuelu7@ademp.ub.edu

Anna Maria Gil Lafuente

Dept.of Business Administration, University of
Barcelona
amgil@ub.edu

Abstract

When the decision maker invests in the banking organizations, him is faced with the need to choose between apparently different products but which, when all is said and done, are very similar. Every financial product is perceived by a set of attributes that are held in a degree or level. The new situation which we faced cannot be treated by means of the application of conventional models, since we were in the total uncertainty.

Often, the allocation of the degree or level becomes subjective, it is subject to valuation between two heights that we agree with the segment $[0, 1]$. Here we are going to incorporate in a new study decisional process to present the best opportunities to choose from among several different groups of products, those that possess the attributes previously established.

Keywords: Clan theory, Preferences, Financial Products

1 Introduction

The raising of financial means by businesses brings up a problem of decision as a consequence of the variety of financial products that the banks and other credit institutions place at the disposal of their eventual customers. With increasing frequency it can be seen that new products appear on the market under many different forms that, either real or apparent, have different characteristics. It should not be forgotten that the strong competition characterizing the financial world obliges those offering payment means to a great effort of diversification and differentiation of products that permits them, on the one hand, to cover the widest range of possible users and, on the other, provoke a flaw by means of the presentation of different products with the object of get around the inexorable laws of the perfect market.

When the need arises for resorting to outside financing, executives in business find themselves faced with a certain number, obviously finite, of options offered by the market, from among which a selection must be made of the one that is best suited to the specific requirements of the business.

Evidently that for each business, and even for each specific situation, there will be a different valuation of each one of the characteristics of the financial products. Therefore, in certain cases, the speed of obtaining the financial means will be very important; on other occasions what is more important is the repayment period. In short, the decision maker will

estimate for each circumstance an order of precedence of the characteristic that go to make up the products.

In this context two fundamental elements appear that make up the problem:

- 1) Differentiation in the characteristics of each one of the financial products on offer.
- 2) Different estimate, by the acquirer, of each of the characteristics relative to the rest, which provides an order of preference.

Evidently, the degree of preference for each one of the characteristics relative to the others may sometimes be determined by means of measurements[9,10], that is, with an objective nature, but on other occasions it will be necessary to resort to subjective numerical situations, that is by means of valuations. The same thing occurs when a comparison must be made, for each characteristic, of the degree of preference between one product and the rest.

The possible participation of objective data and subjective estimates makes it advisable to use management techniques that are valid for the field of uncertainty [3,15], taking into account the fact that the mathematics of certainty can be considered as a particular case of the mathematics of uncertainty, the schemes of which, of a «soft» nature, can also be applied to the case of crisp data of a «hard» nature.

On the other hand, the existences of relations between products, as well as the relations in the estimates of the different characteristics bring to mind the convenience of presenting this problem by means of subjective matrices, taking advantage of all the possibilities offered by matrix calculations. With all this an attempt is made to arrive at certain results that express the order of preference between different financial products to which a business may opt. The subjective nature of the estimated values should lead to certain conclusions that can be expressed by means of fuzzy sets.

2 Clan Theory

Clans of fuzzy sets are generalizations of Boolean algebras of sets [13]. We are going to introduce a formal theory of clans as a theory over \mathbf{LII}_ω . In addition, we relax the assumption that clans are crisp at the very beginning.

Definition 1. Let C be a constant standing for a fuzzy set of fuzzy sets. The theory of fuzzy clans is a theory with the following axioms [7]:

$$(C1) \quad \emptyset \in T(E)$$

$$(C2) \quad (\forall A \in T(E))^* (-A \in T(E))$$

$$(C3) \quad (\forall A, B \in T(E))^* (A \cup_L B \in T(E))$$

The last formula should be read as

$$(\forall A)(\forall B)((A \in T(E) \&_* B \in T(E)) \rightarrow_* (A \cup_L B \in T(E)))$$

The constant $T(E)$ is represented in models of theory of fuzzy clans by a fuzzy set of fuzzy sets which contains the empty set in the degree 1 and satisfies conditions given by (C2) and (C3).

Proposition 1 These are provable formulae in the theory of fuzzy clans:

1. $V \in T(E)$
2. $(\forall A, B \in T(E)) * (A \cap_L B \in T(E))$
3. $(\forall A, B \in T(E)) * (A \cup_G B \in T(E))$
4. $(\forall A, B \in T(E)) * (A \cap_G B \in T(E))$

Proof.

1. Putting together axioms (C1) and (C2) from Definition 3, we get immediately $V \in T(E)$.
2. Since the formula $A \cap_L B \in T(E)$ is provably equivalent to $\neg(\neg A \cup_L \neg B) \in T(E)$, it follows from (C2) and (C3) that the second formula is provable.
3. The expression $A \cap_G B$ may be rewritten as $A \cap_L (\neg A \cup_L B)$
4. $A \cup_G B$ is the same as $\neg(\neg A \cap_G \neg B)$.

We can also prove:

$$\begin{aligned} & (\forall A_1, \dots, A_n \in T(E)) * (A_1 \cup_L \dots \cup_L A_n \in T(E)), \\ & (\forall A_1, \dots, A_n \in T(E)) * (A_1 \cap_L \dots \cap_L A_n \in T(E)), \\ & (\forall A_1, \dots, A_n \in T(E)) * (A_1 \cup_G \dots \cup_G A_n \in T(E)), \\ & (\forall A_1, \dots, A_n \in T(E)) * (A_1 \cap_G \dots \cap_G A_n \in T(E)) \end{aligned}$$

Since the previous formulae can be rewritten as implications each having the same conjunction

$$A_1 \in T(E) \& * \dots \& * A_n \in T(E)$$

In the antecedent, the respective implications can be quite weak as, for instance, in case of Lukasiewicz conjunction $\&_L$. This difficulty can be simply overcome by dealing rather with crisp sets of fuzzy sets than fuzzy sets of fuzzy sets. This assumption is in fact the traditional approach adopted in the field of measures on clans of fuzzy sets [2]. Moreover, we avoid in this way any discussion inevitably related to a concept of ‘fuzzy measurability’ of elements belonging to fuzzy clans.

The theory of clans is an extension of theory of fuzzy clans by the axiom of crispness for $T(E)$:

$$(C4) \text{ Crisp } T(E)$$

Since clans were introduced to generalize Boolean algebras of sets, we can expect that any clan contains one.

We put

$$\mathbf{B}(T(E)) =_{df} \{A \mid A \in T(E) \& A \cup_L A = A\}$$

And call $\mathbf{B}(T(E))$ a Boolean skeleton of $T(E)$. Observe that $\mathbf{B}(T(E)) \subseteq T(E)$ and $\mathbf{B}(T(E))$ is crisp from the definition. In any model of the theory of clans, the constant $\mathbf{B}(T(E))$ is represented by a Boolean algebra of sets.

The next theorem enables to interpret algebras of sets as particular cases of clans.

Proposition 2. This formula is provable in the theory of clans:

$$(\forall A \in T(E)) (\text{Crisp}(A)) \rightarrow T(E) = \mathbf{B}(T(E))$$

Proof. We want to show that $(T(E)) \subseteq \mathbf{B}(T(E))$ which is provably equivalent to $A \in T(E) \rightarrow A \in \mathbf{B}(T(E))$. It follows by modus ponens from the premises $A \in T(E)$ and $A \in T(E) \rightarrow \text{Crisp}(A)$ that $\text{Crisp}(A)$. Since $\text{Crisp}(A) \rightarrow A \cup_L A = A$, we obtain immediately $A \in \mathbf{B}(T(E))$.

3 Application

Let us assume that in the financial market there are three products P_1 , P_2 and P_3 with different characteristics [15], relative to:

- C_1 = Price of the money;
- C_2 = Repayment period;
- C_3 = Possibilities for renewal;
- C_4 = Fractioning of repayment;
- C_5 = Speed in granting.

For each characteristic a property is considered. For C_1 «Inexpensive money»; for C_2 «Good repayment period»; for C_3 «Possibility of renewal»; for C_4 «Suitable for fractioning repayment»; for C_5 «Speed in granting».

For each one of these characteristics the following information is obtained.

For C_1 :

- The price for P_1 is 20%;
- The price for P_2 is 22%;
- The price for P_3 is 18%.

The financial director establishes as the descriptor for the concept «inexpensive money» the following normal fuzzy sub-set:

$$D_1 = f(C_1) = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & P_1 & P_2 & P_3 \\ \hline & 0,9000 & 0,8181 & 1 \\ \hline \end{array}$$

For C_2 :

- Payback period for P_1 is 5 years;
- Payback period for P_2 is 6 years;
- Payback period for P_3 is 4 years.

The descriptor of the concept «good payback period» for the business is:

	P ₁	P ₂	P ₃
D ₂ = f(C ₂) =	0,8 $\bar{3}$	1	0,6

For C₃:

- The «Possibilities for renewal» of P₁ are half those of P₂ and 1/3 those of P₃.

The following normal fuzzy sub-set is estimated as the descriptor of the concept of «Possibilities for renewal»:

	P ₁	P ₂	P ₃
D ₃ = f(C ₃) =	0,3	0,6	1

For C₄:

- Repayment of P₁ is quarterly;
- Repayment of P₂ is monthly;
- Repayment of P₃ is quarterly.

The business considers as the descriptor for «Fractioning of repayment» the following normal fuzzy sub-set:

	P ₁	P ₂	P ₃
D ₄ = f(C ₄) =	1	0,3	1

For C₅:

- Renewal of P₁ will be three times faster and more fluid than P₂ and five times more than P₃.

The descriptor of the concept of «Speed in granting» is shown in the following normal fuzzy sub-set:

	P ₁	P ₂	P ₃
D ₅ = f(C ₅) =	1	0,3	0,2

With this information we can arrive at a matrix formed by the descriptors placed as rows of the same. In this way the columns will represent the characteristics of each one of the products P_j, j=1,2,3.

The following is the matrix of the descriptors (see Matrix 1):

Matrix 1

	P ₁	P ₂	P ₃
C ₁	0,9000	0,8181	1
C ₂	0,8 $\bar{3}$	1	0,6
[D] = C ₃	0,3	0,6	1
C ₄	1	0,3	1
C ₅	1	0,3	0,2

That allows us to find a fuzzy sub-set for each financial product. The result is:

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
$P_1 =$	0,9000	0,8 $\bar{3}$	0, $\bar{3}$	1	1

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
$P_2 =$	0,8181	1	0, $\bar{6}$	0, $\bar{3}$	0, $\bar{3}$

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
$P_3 =$	1	0, $\bar{6}$	1	1	0,2

Which brings to light the degree in which each product possesses each one of the characteristics C_i , $i=1,2,3,4,5$.

If we obtain the intersection of the descriptors $D_1 \cap D_2 \cap D_3 \cap D_4 \cap D_5$ the result will be:

	P_1	P_2	P_3
$D_1 \cap D_2 \cap D_3 \cap D_4 \cap D_5 =$	0, $\bar{3}$	0, $\bar{3}$	0,2

Which indicates that financial products P_1 and P_2 , possess, at the very least in a degree of 0, $\bar{3}$ all the required characteristics, while P_3 possesses them, at least, in a degree of 0,2.

It is quite evident that the information we have received is very poor for taking the decision to select one or other of the three financial products. For this reason we are going to develop a new procedure that requires the incorporation of the concept of a «sub-set of thresholds».

4 The Result by means of the Clan Theory

For this we will accept the hypothesis according to which when the degree of the characteristic of a financial product does not reach the required level it is considered that this characteristic is not possessed by it [4,7,8,9]. For showing this in a better way we will divide the process into the following sections:

1. A comparison is made of each μ_{D_j} , $j=1,2,3$, of each descriptor D_i , $i=1,2,3,4,5$ with the corresponding μ_{P^*} .

When $\mu_{D_j} < \mu_{P^*}$ assign a 0

When $\mu_{D_j} \geq \mu_{P^*}$ assign a 1.

In this way we have:

$$D_1^{(0,9)} = f^{(0,9)}(C_1) = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & P_1 & P_2 & P_3 \\ \hline & 0,9000 & 0,8181 & 1 \\ \hline \end{array} = \{P_1, P_3\}$$

$$D_2^{(0,8\bar{3})} = f^{(0,8\bar{3})}(C_2) = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & P_1 & P_2 & P_3 \\ \hline & 0,8\bar{3} & 1 & 0,\bar{6} \\ \hline \end{array} = \{P_1, P_2\}$$

$$D_3^{(0,\bar{6})} = f^{(0,\bar{6})}(C_3) = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & P_1 & P_2 & P_3 \\ \hline & 0,\bar{3} & 0,\bar{6} & 1 \\ \hline \end{array} = \{P_2, P_3\}$$

$$D_4^{(0,\widehat{6})} = f^{(0,\widehat{6})}(C_4) = \begin{array}{c|c|c} & P_1 & P_2 & P_3 \\ \hline & 1 & 0,\widehat{3} & 1 \end{array} = \{P_1, P_3\}$$

$$D_5^{(0,\widehat{3})} = f^{(0,\widehat{3})}(C_5) = \begin{array}{c|c|c} & P_1 & P_2 & P_3 \\ \hline & 1 & 0,\widehat{3} & 0,2 \end{array} = \{P_1, P_2\}$$

which gives rise to the «family»:

$$F = \{P_1, P_3\}, \{P_1, P_2\}, \{P_2, P_3\}, \{P_1, P_3\}, \{P_1, P_2\}$$

2. Matrix 2, is composed by including the descriptors obtained at the required level, with which we arrive at:

Matrix 2

	P ₁	P ₂	P ₃
C ₁	1	0	1
C ₂	1	1	0
C ₃	0	1	1
C ₄	1	0	1
C ₅	1	1	0

We could reach this same result by taking the matrix of descriptors [D] and the sub-set of thresholds P*, (see Matrix 3-4).

Matrix 3

	P ₁	P ₂	P ₃
C ₁	1	0	1
C ₂	1	1	0
C ₃	0	1	1
C ₄	1	0	1
C ₅	1	1	0

[D] =

Matrix 4

C ₁	0,9000
C ₂	0,8 $\widehat{3}$
C ₃	0, $\widehat{6}$
C ₄	0, $\widehat{6}$
C ₅	0, $\widehat{3}$

P*

And the elements of each row are compared with the corresponding fuzzy subset assigning a 1 when the values of the matrix are equal to or higher and a zero when they are lower. Thus in the first row, as $0,900=0,900$, (C_1,P_1) will be assigned a 1; as $0,8181<0,900$, (C_1,P_2) a 0; as $1>0,900$, (C_1,P_3) will be assigned a 1, (see Matrix 5).

Matrix 5

	P ₁	P ₂	P ₃
C ₁	1	0	1
C ₂	1	1	0
C ₃	0	1	1
C ₄	1	0	1
C ₅	1	1	0

3. From the «family» obtained a determination is made of those products that have and those that do not have the five characteristics in the required degree. The result is:

$$\begin{aligned}
 f^{(0,9)}(C_1) &= \{P_1, P_3\} & f^{(0,9)}(\overline{C}_1) &= \{P_2\} \\
 f^{(0,8\bar{3})}(C_2) &= \{P_1, P_2\} & f^{(0,8\bar{3})}(\overline{C}_2) &= \{P_3\} \\
 f^{(0,\bar{6})}(C_3) &= \{P_2, P_3\} & f^{(0,\bar{6})}(\overline{C}_3) &= \{P_1\} \\
 f^{(0,\bar{6})}(C_4) &= \{P_1, P_3\} & f^{(0,\bar{6})}(\overline{C}_4) &= \{P_2\} \\
 f^{(0,\bar{3})}(C_5) &= \{P_1, P_2\} & f^{(0,\bar{3})}(\overline{C}_5) &= \{P_3\}
 \end{aligned}$$

4. We now move on to find the mini-terms or «atoms» by means of the intersection of the common sub-sets found in the previous section¹⁵. We arrive at:

$$\begin{aligned}
 f(C_1) \cap f(C_2) \cap f(C_3) \cap f(C_4) \cap f(C_5) &= \emptyset \\
 f(C_1) \cap f(C_2) \cap f(C_3) \cap f(C_4) \cap f(\overline{C}_5) &= \emptyset \\
 f(C_1) \cap f(C_2) \cap f(C_3) \cap f(\overline{C}_4) \cap f(C_5) &= \emptyset \\
 f(C_1) \cap f(C_2) \cap f(\overline{C}_3) \cap f(C_4) \cap f(C_5) &= \{P_1\} \\
 f(C_1) \cap f(\overline{C}_2) \cap f(C_3) \cap f(C_4) \cap f(C_5) &= \emptyset \\
 f(\overline{C}_1) \cap f(C_2) \cap f(C_3) \cap f(C_4) \cap f(C_5) &= \emptyset
 \end{aligned}$$

¹⁵ With the object of avoiding a too complex nomenclature we will not indicate the super-index in functions .

$$f(C_1) \cap f(C_2) \cap f(C_3) \cap f(\bar{C}_4) \cap f(\bar{C}_5) = \emptyset$$

$$f(C_1) \cap f(C_2) \cap f(\bar{C}_3) \cap f(C_4) \cap f(\bar{C}_5) = \emptyset$$

$$f(C_1) \cap f(\bar{C}_2) \cap f(C_3) \cap f(C_4) \cap f(\bar{C}_5) = \{P_3\}$$

$$f(\bar{C}_1) \cap f(C_2) \cap f(C_3) \cap f(C_4) \cap f(\bar{C}_5) = \emptyset$$

$$f(C_1) \cap f(C_2) \cap f(\bar{C}_3) \cap f(\bar{C}_4) \cap f(C_5) = \emptyset$$

$$f(C_1) \cap f(\bar{C}_2) \cap f(C_3) \cap f(\bar{C}_4) \cap f(C_5) = \emptyset$$

$$f(\bar{C}_1) \cap f(C_2) \cap f(C_3) \cap f(\bar{C}_4) \cap f(C_5) = \{P_2\}$$

$$f(C_1) \cap f(\bar{C}_2) \cap f(\bar{C}_3) \cap f(C_4) \cap f(C_5) = \emptyset$$

$$f(\bar{C}_1) \cap f(C_2) \cap f(\bar{C}_3) \cap f(C_4) \cap f(C_5) = \emptyset$$

$$f(\bar{C}_1) \cap f(\bar{C}_2) \cap f(C_3) \cap f(C_4) \cap f(C_5) = \emptyset$$

We interrupt the process at this point, since there are not three $f(\bar{C}_1)$ that have a same P_j and, therefore, the result of the intersection is, from here on, the void set.

The mini-terms or atoms that are not void then are $\{P_1\}$, $\{P_2\}$, $\{P_3\}$. These terms or atoms that are not void can also be obtained from Matrix 6.

Matrix 6

	P ₁	P ₂	P ₃
C ₁	1	0	1
C ₂	1	1	0
C ₃	0	1	1
C ₄	1	0	1
C ₅	1	1	0

By successively changing the rows in order to include the \bar{C}_1 .

In this way we arrive at Matrix 7-11.

Matrix 7

	P ₁	P ₂	P ₃
C ₁	1	0	1
C ₂	1	1	0
C ₃	0	1	1
\bar{C}_4	0	1	0
C ₅	1	1	0

Matrix 8

	P ₁	P ₂	P ₃
C ₁	1	0	1
C ₂	1	1	0
\bar{C}_3	1	0	0
C ₄	1	0	1
C ₅	1	1	0

Matrix 9

	P ₁	P ₂	P ₃
\bar{C}_1	0	1	0
C ₂	1	1	0
C ₃	0	1	1
\bar{C}_4	0	1	0
C ₅	1	1	0

Matrix 10

	P ₁	P ₂	P ₃
C ₁	1	0	1
\bar{C}_2	0	0	1
C ₃	0	1	1
C ₄	1	0	1
\bar{C}_5	0	0	1

Matrix 11

	P ₁	P ₂	P ₃
C ₁	1	0	1
C ₂	1	1	0
C ₃	0	1	1
C ₄	1	0	1
\bar{C}_5	0	0	1

The columns that have a 1 in all their elements give rise to the mini-terms, which in this case are $\{P_1\}$, $\{P_3\}$, $\{P_2\}$ also arrived at by the previous procedure.

5. Clan $K(F)$ is obtained produced by the «family» by taking the atoms and all their possible unions to which f will be added:

$$K(F) = \{\emptyset, \{P\}, \{B\}, \{R\}, \{P,P_2\}, \{P,P_3\}, \{B,P_3\}, \{P,P_2,P_3\}\}$$

It can be seen that this clan is a Boole sub-lattice, see Figure 1.

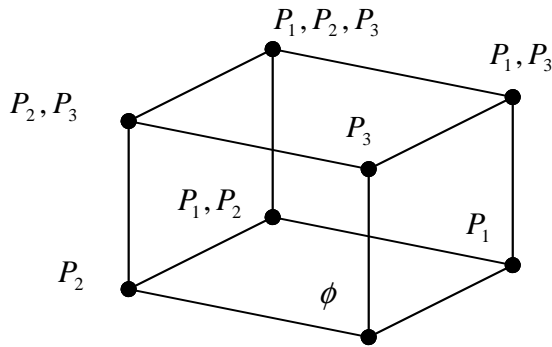


Figure 1: Boole sublattice

The non-void atoms have been represented by Σ .

By doing this process a wide range of information is obtained all of which can be most useful for taking decisions relative to the most suitable financial product for the interests of the business [6,9].

Thus, it will be seen that product P_1 has all the required characteristics except for the possibilities of renewal. Product P_2 does not have a good price nor adequate fractioning of repayments. On the other hand, product P_3 is not suitable for the business because of the repayment period set and also relative to the time necessary for granting the credit. All of this can easily be deduced due to the zeros that appear in the previous Matrix.

Even in a case as simple as the one we have shown, the decision does not have to be the only one and the financial product chosen will depend on the importance that the executives of the business assign to each of the characteristics. This is a new element that undoubtedly takes part in the selection of a financial product and which, due to its interest, should be explicitly taken into account on drawing up a model for the selection of financial products. But this will be the object for treatment in later sections.

Another type of information, perhaps less useful for this particular problem, but not exempt of interest, refers to the determination of the product or products that have some characteristics and not others, for which certain «keys» are established. Thus, for example, if we are looking for key: (low price «and» possibilities for renewal «and» suitable fractioning of payback) «and/or» (good repayment period «and» speed in granting), we arrive at:

$$\begin{aligned}
 (D_1 \cap D_3 \cap D_4) \cup (D_2 \cap D_5) &= (\{P_1, P_3\} \cap \{P_2, P_3\} \cap \{P_1, P_3\}) \cup (\{P_1, P_2\} \cap \{P_1, P_2\}) \\
 &= \{P_3\} \cup \{P_1, P_2\} \\
 &= \{P_1, P_2, P_3\}
 \end{aligned}$$

The result here is that this key is held by all three products. This can be verified by seeing if the values of the membership function of P_1 , P_2 and P_3 are equal to or higher than the values corresponding to the threshold sub-set P^* .

One could also consider keys such as the following: (low price «and» suitable payback «and » no speed in granting) «and/or» (possibilities for renewal «and» good repayment period «and» good price), In this case we would have:

$$\begin{aligned}
 & (D_1 \cap D_4 \cap \bar{D}_5) \cup (D_3 \cap \bar{D}_2 \cap D_1) \\
 & = (\{P_1, P_3\} \cap \{P_1, P_3\} \cap \{P_3\} \cup \{P_2, P_3\} \cap \{P_3\} \cap \{P_1, P_3\}) \\
 & \qquad \qquad \qquad = \{P_3\} \cup \{P_3\} \\
 & \qquad \qquad \qquad = \{P_3\}
 \end{aligned}$$

As we can see, the financial product P_3 complies with this particular key.

A large number of keys can be composed that can provide useful information for the financial institutions themselves who set up and sell the products as well as for businesses which are the eventual end users.

5. Conclusions

Information is one of the fundamental elements for taking decisions in a modern economic system. The financial environment is not, evidently, an exception. For this reason, we have developed a scheme which, under certain conditions, permits for treating data in a very wide way, giving rise to extraordinarily useful information in order to be able to decide on the suitability of taking a determined financial product. Normally, the customers wish to obtain the greater short term yield without repairing in the characteristics of the product that is being offered. The results obtained in some cases have been different depending on the method used. Then, we leave the option to the decision maker to choose the most suitable system according to his necessities.

Note that other potential applications could be developed such as human resource management, strategic management and product management.

References

- [1] L. Běhounek, P. Cintura (2005). Fuzzy class theory, *Fuzzy Sets and Systems*, volume 154, pages 34-55.
- [2] D. Butnariu, E.P. Klement (1993). Triangular Norm Based Measures and Games with Fuzzy Coalitions, *Kluwer Academic Publishers*, Dortrech.
- [3] L. Canós Darós (2006). La agregación de información para la toma de decisiones en la empresa, *XIV Jornadas de ASEPUMA y II Encuentro Internacional*, Badajoz, Spain.
- [4] J. Gil-Aluja (1999). Elements for a Theory of Decisión in Uncertainty, *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, Boston, London, pages 247-263.
- [5] J. Gil-Aluja (1997). The interactive management of the human resources in uncertainty, *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, Boston, London, pages 170-173.
- [6] J. Gil-Aluja (1999). Investment in uncertainty, *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, Boston, London, pages 235-250.
- [7] J. Gil-Aluja, A.M. Gil Lafuente (2007). Algoritmos para el tratamiento de fenómenos económicos complejos, *Ramón Areces*, Madrid, pages 186-187.
- [8] A.M. Gil Lafuente (2001). Nuevas Estrategias para el análisis financiero en la empresa, *Ariel Economía*, pages 345-356.

- [9] A.M. Gil Lafuente (2005). Fuzzy logic in financial analysis, *Springer*, pages 318-328.
- [10] J. Gil Lafuente (2002). Algoritmos para la excelencia. Claves para el éxito en la gestión deportiva, *Editorial Milladoiro*, Vigo, pages 314-328.
- [11] A. Kaufmann, J. Gil Aluja (1986). Introducción a la teoría de subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas, *Editorial Milladoiro*, Santiago de Compostela, pages 142-143.
- [12] A. Kaufmann, J. Gil Aluja (1987). Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre, *Editorial Hispano Europea*, Barcelona, pages 20-56.
- [13] T. Kroupa (2004). Towards formal theory of measure on Clans of Fuzzy Sets, *Archive for Mathematical Logic*.
- [14] S. Tijs, R. Branzei (2002). Fuzzy clan games and bi-monotonic allocation rules, *Tokyo Institute of Technology*, Japan.
- [15] L. Zadeh (1968). Probability measures of fuzzy events, *J.Math. Anal. Appl.*, volume 23, pages 421-427, 1968.

6.3.3. Artículo Publicado en AEDEM 2009

MODELO PARA LA DETECCIÓN DE CAUSAS INDIRECTAS

Emilio Vizuetel Luciano, evizuetel@ub.edu, Universidad de Barcelona

Anna Maria Gil Lafuente, amgil@ub.edu, Universidad de Barcelona

RESUMEN

En los estudios socio económicos, resulta interesante analizar que grado de incidencia tienen algunas causas sobre los diversos efectos que deseamos conseguir. A partir de las matrices de incidencia, podremos investigar las diversas relaciones de causa a efecto que no son fáciles de descubrir de manera directa únicamente a través de la intuición o la experiencia. La importancia de las causas y de los efectos de segunda, tercera,... generación se dejan notar en todos los ámbitos de decisión, sea en el terreno de las decisiones políticas, económicas o empresariales, y por tanto realizaremos las gestiones oportunas para detectarlos. Pretendemos poder dejar al descubierto aquellos efectos de segunda generación que surgen en la mayoría de casos, entendiendo como a tales, aquellos efectos que no suelen ser previstos por el sujeto de manera directa, al menos en primera instancia, y que por lo tanto no son tomados en consideración cuando se pretende tomar determinadas decisiones esperando resultados a corto plazo. Para finalizar nuestro trabajo, presentaremos la interpretación de los datos obtenidos.

ABSTRACT

In the socio-economic studies, it is interesting to consider that they have some degree of impact on the causes we want to achieve various effects. From the incidence matrix, we can investigate the various relationships of cause and effect are not easy to find so only through direct intuition or experience. The importance of the causes and effects of second, third, ... generation can be felt in all areas of decision, whether in the realm of political, economic or business and therefore make the necessary steps for their detection. We intend to uncover the implications of second generation emerging in most cases, defined as such, those effects that are not usually provided by the subject in a direct way, at least in the first instance, and therefore are not taken into account when trying to take certain decisions expecting short-term results. To finish our work, we will present the interpretation of the data.

PALABRAS CLAVE

Incertidumbre, Causas Indirectas, Expertizaje, Matriz de Incidencias

1. INTRODUCCIÓN

En un entorno cambiante incierto y cambiante como el actual, resulta interesante analizar que grado de incidencia tienen algunas causas sobre los diversos efectos que se pueden obtener. A partir de las matrices de incidencia, de las que más adelante especificaremos su significado, podremos investigar las diversas relaciones de causa a efecto que no son fáciles de descubrir de manera directa únicamente a través de la intuición o la experiencia. Con la técnica matemática que exponemos, pretendemos poder dejar al descubierto aquellos efectos de segunda generación que surgen en la mayoría de fenómenos socio económicos, entendiendo como a tales, aquellos efectos que no suelen ser previstos por el sujeto de manera directa, al menos en primera instancia, y que por lo tanto no son tomados en consideración cuando se pretende tomar determinadas decisiones esperando resultados a corto plazo.

Estos efectos olvidados, que se deben a causas indirectas que no se han considerado, suelen manifestarse más a medio y largo plazo, y a veces aparecen generando efectos contrarios a nuestras expectativas. Por este motivo, es importante detectarlos con anterioridad para poder tomar las medidas oportunas a priori, destinadas a potenciarlas o evitarlas, dependiendo de la situación, con el fin de evitar costes no deseados. Con esta intención, aplicaremos el presente modelo para la detección de las causas indirectas que nos ayuden a descubrir, todo y que lógicamente no lo podremos determinar de una forma exacta, todas aquellas causas no controlables directamente que puedan influenciar nuestros resultados.

Los modelos generalmente utilizados para la detección de las causas indirectas hacen servir grafos con valores binarios (0 y 1) en sus arcos y vértices, aunque nosotros a través de un proceso de expertizaje, valoraremos las incidencias a través de números en el intervalo $[0,1]$ con una escala de valoración que procederemos a detallar más adelante. Creemos que esta manera de valorar las incidencias es la más adecuada en el desarrollo de nuestro estudio, que nos ha de servir para poder planificar i hasta donde sea posible, cuantificar la evolución futura de los hechos sobre los que deseamos actuar. Hay que tener en cuenta que todo es evolutivo y adaptativo, motivo por el que las técnicas que nos han de ayuda a realizar una planificación de futuro nos marcará unas pautas de actuación.

La importancia de las causas y de los efectos de segunda, tercera,... generación se dejan notar en todos los ámbitos de decisión, sea en el terreno de las decisiones políticas, económicas o empresariales, y por tanto realizaremos las gestiones oportunas para detectarlos. Es evidente, que no podemos pretender una aceptación total de las cifras presentadas cuando se refieren a incidencias y a expectativas futuras. Incluso entre los mismos expertos sometidos a sesiones de brainstorming o lluvia de ideas tendrían discrepancias. No puede ser de otra manera si consideramos que los expertos provienen de pensamientos socio económicos diversos y sobre todo, no olvidemos que al final se trata de valorar numéricamente apreciaciones diversas que se mueven muchas veces en el ámbito de la subjetividad, fruto, eso si, de un trabajo y de unas experiencias previas.

2. VALORACION POR EXPERTOS

La situación que nos ocupa, al igual que otras en el ámbito económico que exigen tomar decisiones, no son susceptibles de ser conocidas con total objetividad y tal como hemos comentados pueden ser objeto de controversia. Por este motivo, tenemos que recurrir a valorar las opiniones expresadas por los expertos, entendida ésta, como una valoración de una situación concreta, pero no como una decisión. La opinión de un experto, en todo caso, puede servir de base a las elecciones que tendremos que tomar en el futuro. Tampoco se ha de identificar totalmente a éste, como un especialista en la materia determinada, sino que se entenderá como un individuo o grupo que por sus características específicas, tiene la capacidad reconocida por el decisor para emitir un juicio subjetivo respecto la cuestión planteada. De todas formas, obtener frutos de manera adecuada según la opinión expresada por diversos expertos, no es tan simple como puede parecerse en un primer momento. Para tratar y analizar, sin perder información, las opiniones expresadas por los diversos expertos nos serviremos de las técnicas de los expertones, enunciadas por los profesores Kaufmann y Gil Aluja y que han estado ampliamente desarrolladas por las aplicaciones económicas y en el campo de la gestión.

Sin necesidad de entrar en detalles puramente numéricos, tenemos que decir que el concepto de *experton* se construye a partir de la agregación de la opinión de diversos expertos sobre una cuestión concreta, con un proceso previo de valuación individual respecto a la cuestión o cuestiones planteadas. El proceso de valoración es simple en si mismo, aunque necesita de un margen de reflexión profunda por parte de cada uno de los expertos que requiramos. Entenderemos la valoración como expresión de un dato numérico en una escala adecuada de valores que se asocia a un fenómeno percibido por nuestros sentidos o por nuestra propia experiencia.

En este aspecto, el resultado del proceso de valoración, es la emisión por parte de un experto de una dato subjetivo asociado en el ámbito de la posibilidad y la incertidumbre. Los resultados de las valoraciones, así como las estimaciones numéricas subjetivas, pueden darse de diferentes formas en función de las necesidades y características de las situaciones a evaluar. Se puede expresar a través de un valor binario, para expresar el acuerdo o desacuerdo respecto a una determinada idea, o como en nuestro caso, a través de un valor numérico del intervalo $[0,1]$, o también por un subintervalo de $[0,1]$, o más generalmente si queremos compilar más información aunque sea a costa de aumentar el nivel de incertidumbre, a través de una triplete de confianza (a_1, a_2, a_3) , donde a_2 representará el valor del máximo nivel de presunción.

En el caso que nos ocupa, hemos creído más adecuado, tanto por su simplicidad como por la facilidad en la interpretación de los resultados obtenidos, consistirá en realizar una valoración a través de un grado de verdad que pueda tomar valores dentro del intervalo $[0,1]$ de la recta real, interpretando lingüísticamente dicho valor en una escala adecuada. En relación con las diversas escalas de interpretación, hemos optado por escoger en el desarrollo del trabajo, una escala endecadaria tal y como especificamos en el siguiente apartado, que nos pueda matizar el grado de acuerdo de un experto conforme una determinada idea. El motivo de la elección de una escala endecadaria es básicamente el de disponer de una graduación adecuada

de valores, pero sin caer en el exceso de matices que bajo nuestro punto de vista podría suponer un serio problema operativo.

3. VALORACION DE LAS INCIDENCIAS ENTRE CAUSAS Y EFECTOS. MATRICES DE INCIDENCIA

El concepto de incidencia está asociado a la idea de efecto o grado de relación de un conjunto de entidades (causas) sobre otro conjunto de entidades (efectos) o sobre el mismo. Así, por ejemplo, el buen tiempo tiene una incidencia favorable sobre la venta de trajes de verano, en cambio tiene una incidencia desfavorable sobre la venta de paraguas.

Las incidencia, se encuentra en todas las acciones inherentes a los procesos de decisión de los seres humanos, principalmente en los ámbitos económicos y de gestión, es una noción aparentemente muy simple, pero que vale la pena ser analizada bajo un tratamiento más científico, ya que al formar parte de los procesos naturales de decisión de forma automática, provoca que a veces podamos perder etapas y se obvien conclusiones que podríamos determinar con un análisis más riguroso de las situaciones iniciales. En muchos estudios se aplican probabilidades basadas en datos de episodios del pasado ya que son difícilmente reproducibles en las situaciones que forman parte del futuro y esto hace que estas distribuciones de probabilidad raramente puedan ser justificadas. Si las probabilidades son adecuadas para hacer las proyecciones futuras de esas situaciones más o menos estables, no podrán serlo en aquellas en que las situaciones futuras están sujetas a constantes cambios imprevisibles. La incertidumbre forma parte de las situaciones futuras, y ésta puede ser evaluada en términos de posibilidades, pero difícilmente podrán ser únicamente valoradas en términos de probabilidad.

Las herramientas matemáticas que utilizaremos en el modelo que proponemos tienen una estructura simple. Brevemente explicaremos las estructuras matemáticas involucradas en el modelo.

Si tenemos un conjunto $A = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_m\}$, que consideraremos como un conjunto de causas y por otra parte consideraremos otro conjunto, que eventualmente puede ser el mismo conjunto A) $B = \{B_1, B_2, B_3, \dots, B_n\}$, que consideraremos como el conjunto de posibles efectos, podemos considerar la valoración que realiza cada experto o grupo de ellos del grado de incidencia directa, valorado en el intervalo $[0,1]$, que tiene cada causa A_i respecto cada uno de los efectos B_j . La introducción de la valoración matizada entre 0 y 1, nos permitirá determinar los niveles de incidencia en la relación. Con el objetivo de unificar y disponer por tanto de un criterio único de valoración de los respectivos grados de incidencia, estableceremos previamente una escala semántica de carácter endecadario, (Es decir, formada por 11 valores), basada en la siguiente interpretación lingüística.

- 0 : Incidencia nula
- 0,1 : Incidencia prácticamente nula
- 0,2 : Incidencia muy débil
- 0,3 : Incidencia bastante débil
- 0,4 : Incidencia débil
- 0,5 : Incidencia media
- 0,6 : Incidencia considerable
- 0,7 : Incidencia bastante considerable
- 0,8 : Incidencia muy considerable
- 0,9 : Incidencia prácticamente plena
- 1 : Incidencia plena

Si esta interpretación provoca que no se comprenda el grado de matización que diferencia a cada uno de los valores, también resulta igualmente válido para nuestros propósitos, que los expertos realicen el proceso de valoración estableciendo una correspondencia semántica que les permita valorar el grado de verdad que otorgan a la siguiente proposición:

$$P : \in \text{incidencia de } A_i \text{ sobre } B_j$$

valorando este grado de verdad, con la escala endecadaría siguiente:

- 0 : P es falsa
- 0,1 : P prácticamente falsa
- 0,2 : P casi falsa
- 0,3 : P bastante falsa
- 0,4 : P es más falsa que verdadera
- 0,5 : P ni verdadera ni falsa
- 0,6 : P es más verdadera que falsa
- 0,7 : P bastante verdadera
- 0,8 : P casi verdadera
- 0,9 : P prácticamente verdadera
- 1 : P es verdadera

Una vez realizada la totalidad de las valoraciones por parte e los correspondientes expertos, dispondremos de una matriz de “m” filas (tantas como elementos tenga el conjunto de las causas) y de “n” columnas (tantas como elementos tenga el conjunto de los efectos) que constará por tanto de mxn valores del intervalo [0,1]. Estos tipos de matrices se denominan matrices de una relación borrosa y por simplificación la llamaremos matriz borrosa, siendo la base del algoritmo que seguiremos para la detección de las causas y de los efectos de segunda generación que detallamos en el apartado siguiente.

4. ALGORITMOS PARA LA DETERMINACION DE LAS CAUSAS INDIRECTAS

Para la determinación de las causas y los efectos indirectos, también denominados de segunda generación que queremos determinar en nuestro trabajo, utilizaremos el algoritmo de Kaufmann y Gil Aluja.

Comenzaremos aceptando que existen unas relaciones directas de causa y efecto entre las acciones sobre las que podemos actuar y su repercusión en los posibles efectos que se pueden conseguir. Ahora bien, la actuación sobre cualquiera de las acciones o causas consideradas, incidirá en diferente escala sobre cada uno de los efectos. Este grado de incidencia directa es la magnitud que tendrá que ser evaluada por un grupo de

expertos a partir del proceso de expertizaje correspondiente, previa valoración por parte de cada experto fruto del ejercicio de reflexión que le ha de conducir a un valor numérico del intervalo $[0,1]$, con la interpretación dada por la escala endecadaria.

Siguiendo la metodología Fuzzy-Delphi, se le propone a un grupo de expertos, su opinión sobre estas relaciones y después de las correspondientes discusiones, se llegará a un consenso en la valuación de sus sensaciones para poder tratar conjuntamente toda la información y construir la matriz de incidencia.

Así tal como hemos expuesto, denominaremos:

$$A = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_m\}$$

al conjunto de causas o acciones sobre las que podremos influir, y por:

$$B = \{B_1, B_2, B_3, \dots, B_n\}$$

al correspondiente conjunto de efectos sobre los que, en menor o mayor grado podemos influir de una manera directa en las causas anteriores. Tendremos que, después de realizar el proceso de expertizaje, dispondremos de una matriz de valores borrosos de “m” filas y “n” columnas de la forma siguiente:

$$\tilde{C} = \begin{bmatrix} & B_1 & B_2 & B_3 & \cdots & B_n \\ A_1 & c_{11} & c_{12} & c_{13} & \cdots & c_{1n} \\ A_2 & c_{21} & c_{22} & c_{23} & \cdots & c_{2n} \\ A_3 & c_{31} & c_{32} & c_{33} & \cdots & c_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \cdots & c_{mn} \end{bmatrix}$$

donde cada elemento $c_{ij} = v(A_i, B_j)$, es un número decimal entre 0 y 1 que indica el grado de incidencia directa que tiene la causa A_i sobre el efecto B_j atendiendo a la interpretación lingüística de la escala endecadaria. A partir de esta matriz se ha conseguido clarificar las relaciones directas de causa y efecto. Con esto, si detenemos nuestro estudio en este punto, no habríamos llegado más lejos que con cualquier otra técnica para ordenar relaciones.

Pero nuestro objetivo final, va más allá. Queremos determinar que efectos produce una causa por si misma y a través de una relación efecto-causa, de manera que en todo efecto se habrá acumulado el resultado de una causa directa y el producido por una indirecta (efecto secundario). Construiremos con la ayuda de nuestros expertos una nueva matriz, que simbolizaremos por \tilde{A} en la que se colocan como filas y columnas los elementos del conjunto A de las causas que, como sabemos, hacen referencia a las acciones sobre las que se

tendrán que intervenir para obtener los efectos deseados. Solicitaremos a nuestros expertos que expresen su opinión sobre la incidencia de cada causa sobre las demás (sobre ella misma la incidencia será plena y por tanto igual a 1), de tal manera que en este caso podemos considerar que cada concepto actuará a la vez de causa y efecto. La valuación se realizará nuevamente por la escala endecadaria dentro del intervalo $[0,1]$. Cuando reunamos la totalidad de opiniones, estaremos en disposición de obtener la matriz borrosa siguiente:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} & A_1 & A_2 & A_3 & \cdots & A_n \\ A_1 & a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ A_2 & a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ A_3 & a_{31} & a_{32} & a_{33} & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

donde el elemento $a_{ij} = v(A_i, A_j)$ es, por lo tanto, un número entre 0 y 1 que nos indica el grado de incidencia directa que tiene A_i sobre A_j .

De manera similar, construiremos otra matriz cuadrada, que simbolizaremos por \tilde{B} , de manera que, en este caso, tanto las filas como las columnas representen los elementos del conjunto B de los efectos. En esta matriz, el elemento correspondiente $b_{ij} = v(B_i, B_j)$ de la fila “i” y la columna “j” nos indica el grado de incidencia valorada en el intervalo $[0,1]$ que, según los expertos, tiene el efecto B_i sobre el efecto B_j . De esta manera, tendremos la matriz borrosa donde se expresarán las incidencias directas del conjunto de los efectos sobre si mismo que indicaremos por:

$$\tilde{B} = \begin{bmatrix} & B_1 & B_2 & B_3 & \cdots & B_n \\ B_1 & b_{11} & b_{12} & b_{13} & \cdots & b_{1n} \\ B_2 & b_{21} & b_{22} & b_{23} & \cdots & b_{2n} \\ B_3 & b_{31} & b_{32} & b_{33} & \cdots & b_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ B_n & b_{n1} & b_{n2} & b_{n3} & \cdots & b_{nn} \end{bmatrix}$$

Una vez que disponemos de las informaciones que contienen las matrices de incidencias \tilde{C} , \tilde{A} y \tilde{B} es necesario realizar los cálculos correspondientes con el fin de obtener una nova matriz que nos informe de las incidencias acumuladas entre los elementos del conjunto de las causas y los elementos del conjunto de los efectos. Estas incidencias acumuladas se han de obtener como consecuencia de tener en consideración, a más de las incidencias directas de causa a efecto, las incidencias de cada una de las causas sobre el resto, así como la incidencia de cada uno de los efectos sobre el resto. Para conseguir disponer de esta información acumulada, tendremos que realizar la convolución maximin (que representaremos con el símbolo \circ) entre las matrices de incidencia directa $\tilde{A} \circ \tilde{C} \circ \tilde{B}$ (causa-causa con causa-efecto y efecto-efecto). De esta forma

dispondremos de una nueva matriz \tilde{R} donde se acumulan las incidencias directas e indirectas (de primera y segunda generación) entre los elementos de los conjunto A y B .

Comenzaremos en primer lugar realizando la composición $\tilde{D} = \tilde{A} \circ \tilde{C}$. Esta matriz ha de tener “m” filas (tantas como causas) y “n” columnas (tantos como efectos). El elemento correspondiente de la fila “i” y la columna “j”, que notaremos, por d_{ij} , se determina considerando todos los elementos de la fila “i” de la matriz \tilde{A} y todos los elementos de la columna “j” de la matriz \tilde{C} y operando a partir de la formula siguiente:

$$d_{ij} = \max\{\min\{a_{i1}, c_{1j}\}, \min\{a_{i2}, c_{2j}\}, \min\{a_{i3}, c_{3j}\}, \dots, \min\{a_{im}, c_{mj}\}\}$$

Es decir, para obtener el elemento d_{ij} tomaremos el valor máximo de los “m” valores que se obtienen al tomar el mínimo entre a_{ik} y c_{kj} (para cada subíndice k que esté entre 1 y m). Por el hecho de tomar el máximo de un conjunto de mínimos se justifica el hecho de que la operación que realizamos se denomina convolución maximin. Una vez hemos determinado la matriz borrosa $\tilde{D} = \tilde{A} \circ \tilde{C}$, completaremos el proceso de cálculo realizando la convolución:

$$\tilde{R} = \tilde{D} \circ \tilde{B} = \tilde{A} \circ \tilde{C} \circ \tilde{B}$$

que tendremos que efectuar por la aplicación de la formula anterior. De esta forma, la matriz resultante \tilde{R} , tendrá “m” filas (tantas como causas) y “n” columnas (tantas como efectos), y el elemento correspondiente r_{ij} de la fila “i” y la columna “j” se determina de la siguiente manera:

$$r_{ij} = \max\{\min\{d_{i1}, b_{1j}\}, \min\{d_{i2}, b_{2j}\}, \min\{d_{i3}, b_{3j}\}, \dots, \min\{d_{im}, b_{mj}\}\}$$

5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

La matriz \tilde{R} contiene las incidencias acumuladas de primera y segunda generación de los elementos de A sobre B . Para aislar las incidencias de segunda generación, que será la determinación de las causas indirectas, se hace necesario arbitrar un procedimiento que nos permita separar las incidencias acumuladas que nos aparecen en la matriz \tilde{R} , las incidencias directas que nos vienen dadas por la matriz \tilde{C} . La forma que consideramos en nuestro estudio, consiste en realizar la diferencia algebraica de matrices $\tilde{R} - \tilde{C}$. De esta forma obtendremos la matriz borrosa \tilde{S} de las incidencias indirectas, que representaremos por:

$$\tilde{S} = \begin{bmatrix} & B_1 & B_2 & B_3 & \cdots & B_n \\ A_1 & s_{11} & s_{12} & s_{13} & \cdots & s_{1n} \\ A_2 & s_{21} & s_{22} & s_{23} & \cdots & s_{2n} \\ A_3 & s_{31} & s_{32} & s_{33} & \cdots & s_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & s_{m1} & s_{m2} & s_{m3} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix}$$

donde el elemento s_{ij} correspondiente a la fila “i” y a la columna “j”, lo podemos obtener a partir de:

$$s_{ij} = r_{ij} - c_{ij}$$

Esta matriz, nos pondrá de relieve los efectos de segunda generación. Para interpretar adecuadamente el resultado, observaremos los valores más elevados de la misma. Los valores superiores o iguales a 0,6 (como mínimo de incidencia considerable de segunda generación) nos indicarán que la causa de la fila correspondiente tiene una incidencia en el efecto de la columna que le corresponda. La incidencia indirecta, es debida a que la causa original incide de alguna forma sobre alguna otra causa que influye de forma directa sobre algún otro efecto que, a su vez, posee influencia sobre el efecto que nosotros estamos considerando.

Las relaciones indirectas de causa a efecto en un principio no hubiesen sido consideradas por los expertos consultados o bien las hubiesen considerado como muy débiles. De esta forma, las ponemos de relieve, pudiendo ser tenidas en consideración en el momento de afrontar el proceso de decisión.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Hemos realizado una descripción de las técnicas aptas para el tratamiento de ciertos problemas que se pueden plantear en las relaciones de causa a efecto. Existen multitud de situaciones en el ámbito de la toma de decisiones en el que surge la necesidad de encontrar cuales son las incidencias de determinados elementos sobre sí mismos y sobre otros. En este último caso, cuando deseamos establecer una ordenación entre las incidencias indirectas, será suficiente con establecer la matriz mediante datos objetivos o a través de un proceso de expertizaje. Pero la problemática se torna complicada cuando queremos determinar las incidencias que se acumulan como consecuencia del hecho que puedan existir relaciones de causa a efecto a través de diferentes elementos.

En supuestos muy simplificados, cuando el conjunto de causas y efectos son reducidos, se podrá establecer de manera intuitiva no solo las relaciones directas, sino también las de segunda generación. Pero en la actividad normal de la gestión deportiva y de las relaciones sociales que esta comporta, existen numerosas interconexiones entre un elevado número de fenómenos, que unas veces actúan como causa y otras como efecto. Se crea una red de relaciones que si no se dispone de las técnicas adecuadas, será imposible detectar todas y cada una de las conexiones indirectas que se establecen entre todos los elementos.

Las técnicas expuestas nos han de proporcionar un resultado más allá de la opinión inicial expresada por los expertos consultados, obteniendo una visión más amplia que la directamente observable.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Běhounek, L.; Cintura, P.; *Fuzzy class theory*, Fuzzy Sets and Systems, volume 154, (2005), p. 34-55,
- [2] Dubois, D., Prade, H.; *Fuzzy Relation Equations and Causal Reasoning*, Fuzzy Sets and Systems, 75; (1995), p. 119-134.
- [3] Gil Aluja, J.; *Elements for a Theory of Decisión in Uncertainty*. Kluwer Academic Publishers. Boston, London, Dordrecht. (1999).
- [4] Gil Aluja, J.; *La gestión interactiva de los recursos humanos en la incertidumbre*. Centro de Estudios Ramón Areces. (1996).
- [5] Gil Lafuente, A.M.; *Nuevas Estrategias para el análisis financiero en la empresa*. Ariel Economía. (2001).
- [6] Gil Lafuente, A.M.; *Fuzzy logic in financial analysis*, Springer. (2005), p. 318-328.
- [7] Kaufmann, A.; Gil Aluja, J.; *Las matemáticas del azar y de la incertidumbre*. Editorial Ceura, Madrid. (1990).
- [8] Kaufmann, A.; Gil Aluja, J.; *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*. Editorial Hispano Europea, Barcelona. (1987).
- [9] Vizueté, E.; Gil Lafuente, A.M.; *Subjective Preferentes in Financial Products*. Proceedings of ICEIS Congress, Barcelona. (2008)
- [10] Zadeh, L.; "Fuzzy Sets". *Information and Control*, 8. (1965), p. 338-353
- [11] Zadeh, L.; *Similarity Relations and Fuzzy Orderings*, Inform Sci. 3. (1971), p.177-200.
- [12] Zimmermann, H. J.; *Fuzzy Set Theory and its Applications*. Kluwer Academic Publishers. Boston, London, Dordrecht. (1996).

6.3.4. Artículo Publicado en el III Congreso de Contabilidad de Catalunya. Junio 2009. ESADE Business School. Barcelona

El Desempeño Medioambiental en los Indicadores de la RSC

Prof. Dra. Anna M^a Gil Lafuente - amgil@ub.edu

Prof. Emili Vizuete Luciano - evizuetel@ub.edu

Prof. Ana García Gonzalez - anagarcia@ub.edu

Prof. Sefa Boria Reverter - jboriar@ub.edu

Universitat de Barcelona
Facultat de Economia i Empreses
Dept. Economia y Organització de Empreses
Avda. Diagonal 690
08034 Barcelona
Telf: +34 93.402.19.62

ABSTRACT

La Responsabilidad Social Corporativa, entendida como pilar para la dirección de la empresa (Vogel, 2005), se plantea unos objetivos basados en los valores de la empresa y de los stakeholders (Frederick, 2006), fomentando un comportamiento ético más allá de lo estrictamente legal, que se utiliza para mejorar su imagen y con ello su posición en el mercado (Porter y Kramer, 2006).

La definición de la situación actual de las empresas españolas en la aplicación de políticas medioambientales que podemos englobar dentro de la RSC a través de indicadores se enmarca dentro del objetivo de utilización y comprobación de la validez de instrumentos en el ámbito de la gestión medioambiental de las empresas visto desde la perspectiva de las cotizadas en el Ibex-35 en primer lugar y para finalizar nuestro estudio, lo observamos desde el punto de vista de la empresa establecida en Catalunya con clasificación EMAS.

KEYWORDS: *RSC, Sostenibilidad, EMAS, Medioambiente.*

1. ANTECEDENTES

La historia de la humanidad es una constante modificación de los recursos de la naturaleza generalmente para aumentar el confort de la sociedad que los realiza, a su vez aparece también la inquietud, al conocer que los recursos de la naturaleza son limitados y se deben preservar, proteger para su recuperación.

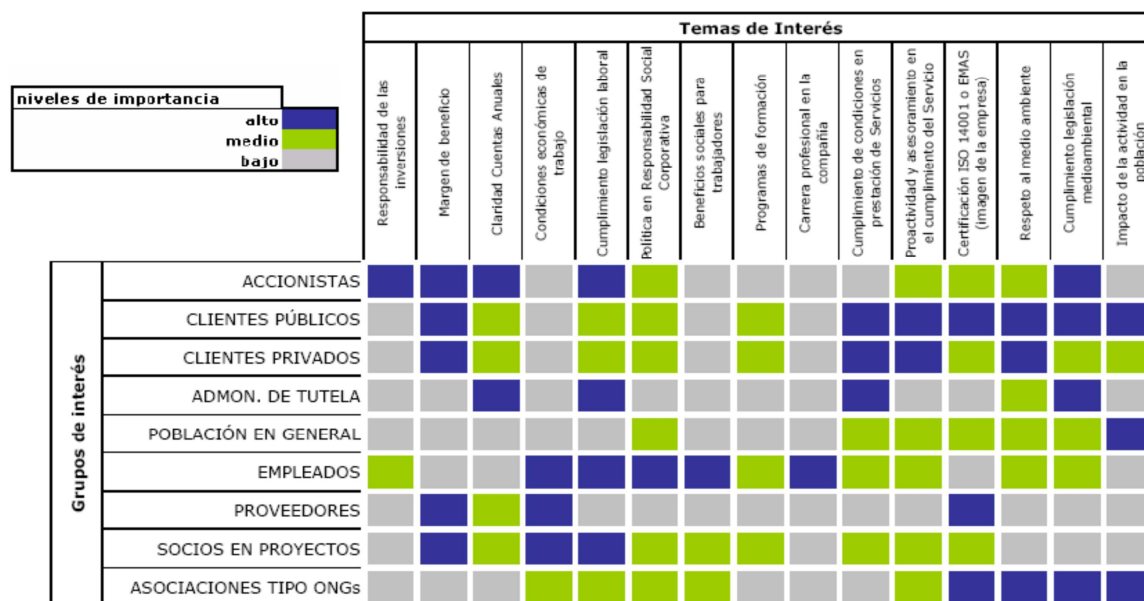
La industria ha contribuido indiscutiblemente al bienestar del ser humano pero ha provocado graves problemas medioambientales, como contaminación de aguas, tierra o aire, destrucción de la biodiversidad, calentamiento del planeta, deforestación, lluvia ácida, estrechamiento de la capa de ozono o accidentes medioambientales,... la difusión de estos problemas de forma global, ha permitido el conocimiento social y la preocupación por la protección del medio ambiente (Aragón Correa, 1998 a).

Este conocimiento de la realidad medioambiental ha provocado reacciones por parte de los tres agentes principales del mercado:

- Administración pública; a través de un aumento legislativo en la regulación de su protección.
- Consumidor y sociedad; un aumento del nivel de exigencia medioambiental hacia los productos y sus fabricantes.
- Empresas; en inicio en el cumplimiento forzado de la legislación, y posteriormente en el descubrimiento de oportunidades comerciales, e implantación de sistemas de gestión medioambiental y ahorro de costes ocasionados por la correcta gestión de productos, residuos, energía,... , es decir, correcta gestión medioambiental y la identificación y satisfacción de la sociedad con la mejora de su imagen.

La diversidad de las dimensiones de la RSC que afectan a todos sus ámbitos de actuación e incumben a todos los grupos de interés, hace que una empresa en un entorno tan cambiante e incierto como en el que nos encontramos en pleno siglo XXI no se pueda quedar de brazos cruzados ya que la RENTABILIDAD va estrechamente ligada a la RESPONSABILIDAD, y aquella empresa que no sea responsable socialmente no podrá ser sostenible. Con la RSC se modifica el concepto clásico de innovación y desarrollo, ya que los procesos de gestión cambian y se adaptan para

considerar el punto de vista de los grupos de interés (Helena Redondo, 2006), como podemos observar en el siguiente cuadro:



Fuente: “El compromiso social de las empresas con la ciudad” Deloitte (Mayo 2006)

Con un amplio número de agentes implicados que están cada vez más concienciados de que la empresa en la actualidad ha de cumplir unos requisitos de sostenibilidad y que de dejar pasar la oportunidad actual puede suponer un problema para las generaciones venideras, como lo demuestra:



Fuente: "Análisis de la situación de las empresas españolas en relación con el Buen Gobierno" Deloitte-ESADE (Enero 2005)

Si se comparan diferentes directrices como las de Global Compact (2004), el Libro verde (2001), la OCDE (2005) el GRI (2006), las de WBCSD (2007) o las de la Corporate Social Responsibility Europe (2005), se observa un consenso, en el campo de la protección medioambiental, aunque no de los indicadores para su valoración.

Aspectos principales de la RSC según las instituciones indicadas:

Contenido	<i>Global</i>	<i>Libro</i>	<i>Directrices</i>		<i>Docum.</i>	<i>Corp. Social</i>
	<i>Compact</i> (2004)	<i>Verde</i> (2001)	<i>OCDE</i> (2005)	<i>Directrices</i> <i>GRI (2006)</i>	<i>WBCSD</i> (2007)	<i>Resp. Eur.</i> (2005)
<i>Derechos Humanos</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Derechos Laborales</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Practicas Laborales (seguridad...)</i>		X	X	X	X	X
<i>Medio Ambiente</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Relaciones con proveedores</i>		X	X	X	X	X
<i>Relaciones con clientes</i>		X	X	X	X	X
<i>Relaciones con la comunidad</i>		X	X	X	X	X
<i>Dialogo social</i>		X	X	X		X
<i>Lucha contra la corrupción</i>			X	X	X	X
<i>Transparencia</i>			X	X	X	X
<i>Transmisión del Know-How</i>			X			
<i>Competencia</i>			X	X		
<i>Fiscalidad</i>		X	X	X		X
<i>Misión, valores y visión</i>				X	X	X
<i>Buenas prácticas de gobierno empresarial</i>			X	X	X	X

Fuente: Sefa Boria partiendo de Bendeniste (2002)

2. HIPÓTESIS DE ESTUDIO

Existen muchos motivos que fomentan o promueven a que las empresas inicien acciones en el campo de la RSC y en concreto en la protección del medio ambiente, destacan el cumplimiento de la legislación, la obtención de ventaja competitiva, la presión de los “stakeholders”, consideraciones éticas, accidentes e iniciativas de los directivos (Bansal y Roth, 2000) y de forma importante cuando los clientes lo perciben como un mayor valor (Luo y Bhattacharya, 2006).

A medida que las empresas avanzan en la RSC aparece la necesidad de creación de herramientas para poder evaluar su evolución, transmitir los logros conseguidos y comparar sus resultados con terceras empresas. Ante la inexistencia de una metodología estandarizada que permita a las empresas evaluar y transmitir resultados, surge la necesidad de diseñar indicadores para que las empresas:

- Conozcan su grado de implicación
- Marquen objetivos
- Evalúen y controlen sus esfuerzos
- Comparen resultados con otras empresas del sector
- Confeccionen informes y declaraciones medioambientales para comunicaciones externas e internas de interpretación unitaria.

Los indicadores de la RSC pueden ser definidos como herramientas de evaluación del comportamiento “ético” de las empresas. Esta herramienta permite presentar de forma clara, útil y accesible, datos e información de manera cuantitativa y/o cualitativa.

Entre las diferentes funciones asignadas a los indicadores en la literatura destacan:

- Ser fuente fundamental para la toma de decisiones porque facilita la integración de la empresa con su entorno

- Comparar la situación de la empresa en diferentes campos, como el medioambiental con situaciones anteriores mediante el análisis de series temporales
- Comparar la situación de la empresa con otras empresas del sector
- Evaluar la actuación de la empresa en base a criterios establecidos en sus políticas u objetivos.
- Evaluar el sistema de su gestión e identificar puntos fuertes, débiles, oportunidades y amenazas, en los diferentes campos de actuación.

Y en concreto en el campo medioambiental además:

- Detección de potenciales de reducción de costes en el campo medioambiental
- Detección de potenciales de optimización en el consumo de materiales, suministros y/o en la producción de contaminaciones
- Fuente esencial de datos para informes, memorias y/o declaraciones medioambientales
- Apoyo a la puesta en práctica y/o desarrollo de sistemas de gestión medioambiental del tipo EMAS y/o ISO 14001.

Se ha analizado y estudiado la existencia de indicadores medioambientales a nivel internacional, europeo y nacional, propuestos por los siguientes organismos:

- A nivel ***internacional***
 - ONU (Organización de las Naciones Unidas)
 - CERES-GRI (Coalition for Environmentally Responsible Economies- Global Reporting Initiative)
 - ISO 14031 (International Organization for Standardization)
 - OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico)
 - WBCSB (World Business Council for Sustainable Development)
- A nivel europeo
 - EMAS Y EMAS II
 - COMISIÓN EUROPEA
 - AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE
- A nivel nacional
 - MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO
 - MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA
 - GENERALITAT DE CATALUNYA
 - FUNDACIÓN ENTORNO
 - IHOBE

En el campo de la RSC, la aplicación del GRI es voluntaria y debe hacerse de manera gradual. Es por esta razón que existen dos posibilidades de implementación, de forma parcial o de forma total. Si se utiliza la primera modalidad, de forma parcial, no puede utilizarse la expresión “en conformidad con el GRI”, pero sí pueden presentarse parte de los indicadores y no es de obligado cumplimiento la explicación de las razones de las omisiones parciales. Sin embargo, en el caso de una adhesión total, se exige la presentación de los dos tipos de indicadores:

1- Centrales

Indicadores relevantes tanto para la mayoría de las organizaciones, como para las partes interesadas.

2- Adicionales

Aquellos indicadores que aunque no cumplan las dos premisas anteriores puedan ser consideradas de interés.

Con el objetivo de poder profundizar en la aplicación del GRI, podemos destacar como *Indicadores de desempeño medioambiental*:

1. Materiales

- Peso o volumen de los materiales utilizados (central).
- Porcentaje de los materiales utilizados que son reciclados (central).

2. Energía

- Consumo directo de energía desglosado por fuentes de energía primarias (central).
- Consumo indirecto de energía desglosado por fuentes de energía primarias (central).
- Porcentaje del consumo total de energía cubierto por fuentes renovables (adicional).
- Ahorro total de energía debido a la conservación y a mejoras en la eficiencia (adicional).
- Iniciativas para proporcionar productos y servicios con eficiencia energética (adicional).
- Iniciativas para reducir el consumo indirecto de energía (adicional).

3. Agua

- Extracción total de agua por fuentes (central).
- Fuentes de agua y hábitat relacionados que han sido afectados significativamente por la extracción de agua (adicional).
- Porcentaje y volumen total de agua reciclada y reutilizada (adicional).

4. Biodiversidad

- Descripción de terrenos adyacentes o ubicados dentro de espacios naturales protegidos o de áreas de alta biodiversidad no protegidas. Localización y tamaño de terrenos en propiedad, arrendados, o que son gestionados, de alto valor en biodiversidad en zonas ajenas a áreas protegidas. (central).
- Descripción de los impactos más significativos de las actividades realizadas en áreas protegidas o zonas ajenas a las áreas protegidas (central).
- Superficie de hábitats protegidos o restaurados (adicional).
- Programas para la gestión de impactos sobre la biodiversidad (adicional).
- Número de especies de la Lista Roja de la IUCN con hábitats afectados por operaciones, desglosadas por su peligro de extinción (adicional).

5. Emisiones, vertidos y residuos

- Emisiones totales de gases de efecto invernadero en peso (central).
- Otras emisiones relevantes indirectas de gases de efecto invernadero (central).
- Iniciativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y las reducciones logradas (adicional).
- Emisiones de sustancias que agotan la capa de ozono (central).
- Óxidos nitrosos (NOx), óxidos de azufre (SOx) y otras emisiones al aire significativas, por peso (central).

- Vertimiento total de aguas residuales, según su naturaleza y destino (central).
- Cantidad total de residuos por tipo y método de tratamiento (central).
- Número total y volumen de vertidos accidentales significativos (central).
- Peso de los residuos transportados, importados o exportados que se estiman peligrosos según los términos del Convenio de Basilea, anexos I, II, III y VIII (adicional).
- Recursos hídricos y hábitat relacionados, afectados significativamente por vertidos de agua y desagües (adicional).

6. Productos y Servicios

- Iniciativas para gestionar los impactos ambientales de los productos y servicios y el alcance de la reducción de ese impacto (central).
- Porcentaje de productos vendidos que se reclama al final de la vida útil de los mismos, por categorías de productos (central).

7. Cumplimiento normativo

- Numero de sanciones no monetarias y coste por incidentes y multas, motivadas por incumplimiento de la normativa aplicable en materia ambiental (central).

8. Transporte

- Impactos ambientales significativos del transporte utilizado con fines logísticos, tanto para el transporte de productos y otros materiales como del transporte de personal (adicional).

9. General

- Gasto total en protección ambiental, por tipo de gasto e inversión (adicional).

A nivel internacional la ISO 14031 nos proporciona una guía para la **evaluación** del comportamiento ambiental, (EPE, Environmental Performance Evaluation), a través de la selección e implementación de indicadores medioambientales. Esta evaluación se materializa en tres fases clave:

- **Planificación**
Se seleccionan los indicadores para la evaluación
- **Realización**
Incluye la recogida de datos, análisis y conversión, evaluación de la información y redacción del informe y comunicación.
- **Control y actuación**
Revisa y mejora la evaluación realizada

Los indicadores propuestos por la norma ISO 14031 se clasifican en:

Indicadores de comportamiento ambiental.

A su vez, los podemos dividir en:

- Indicadores de actuación administrativa.

Proporcionan información de los esfuerzos administrativos para influir en las operaciones de la empresa: tales como formación, requisitos legales, utilización eficiente de recursos, gestión de costes ambientales, documentación

- Indicadores de actuación operacional.

Dan información sobre el comportamiento de las operaciones que lleva a cabo la empresa. Se distinguen los indicadores de: entradas, salidas, abastecimiento de insumos, diseño, instalación, entrega de productos.

Indicadores de condición ambiental.

Dan información sobre la situación del medio ambiente lo que ayuda a determinar la importancia de los impactos de la empresa. En Cataluña, la Generalitat tomando como referencia la ISO 14031, ha definido tres categorías de indicadores:

1. Indicadores de rendimiento medioambiental (IRM).

Se centran en la planificación, control y seguimiento del impacto medioambiental. Son relevantes para comunicaciones sobre el comportamiento medioambiental y además son de gran utilidad para la gestión de costes medioambientales

1.1 Indicadores de materiales y energía

1.1.1 Indicadores de entrada

- Materiales
- Energía
- Agua

1.1.2 Indicadores de salida

- Residuos
- Emisiones a la atmósfera
- Aguas residuales
- Productos

1.2 Indicadores de infraestructura y transportes

1.2.1 Indicadores de infraestructura

1.2.2 Indicadores de transporte

2. Indicadores de gestión medioambiental (IGM).

Se refieren a los esfuerzos de gestión para facilitar la infraestructura necesaria, aunque no proporcionan información suficiente sobre el comportamiento medioambiental de la organización son muy útiles para el control interno.

2.1 Indicadores del sistema

2.1.1 Aplicación del sistema

2.1.2 Asuntos jurídicos y reclamaciones

2.1.3 Costes medioambientales

2.2 Indicadores de área funcional

2.2.1 Formación/personal

2.2.2 Salud/seguridad

2.2.3 Compra

2.2.4 Comunicación externa

3. Indicadores de estado medioambiental (IEM).

Cubren los impactos medioambientales de índole general. Informan sobre la calidad del medio ambiente del entorno de la empresa, a nivel local, regional o mundial. Pueden ayudar a la organización a detectar sus impactos medioambientales significativos. Son medidos y registrados por organismos públicos.

3.1 Indicadores del estado del agua, suelo, atmósfera, flora y fauna

3. EL ANÁLISIS PARTICULAR DE LAS EMPRESAS QUE COTIZAN EN EL IBEX-35

Según Aragón Correa (1998a y 1998b), no todas las empresas parten de la misma situación medioambiental ni han reaccionado de la misma manera ante el reto medioambiental, unas ocasionan grandes impactos al medio, otras su influencia es mínima, algunas han incorporado la gestión medioambiental en su estrategia empresarial, ya sea desde la RSC o como base de su propia imagen y otras que sencillamente se niegan a reconocerse como agresoras del entorno natural.

En España las empresas que cotizan en el IBEX35, exponen su memoria sobre Responsabilidad Social Corporativa. Sin embargo, en el campo medioambiental no asumen explícitamente la responsabilidad de los efectos que provocan en el medioambiente, como se indica en el informe elaborado por el Observatorio de la Responsabilidad Social Corporativa de “La Responsabilidad Social Corporativa en las memorias anuales de las empresas del IBEX 35”.

El objetivo de la publicación de información sobre aspectos medioambientales de las empresas que conforman el IBEX-35 es presentar un panorama global sobre los impactos que su actividad produce, así como las medidas que están tomando.

Los indicadores utilizados para obtener tal información:

COD.	MEDIO AMBIENTE	Nº Empresas	%
I.C. 14	Principio de precaución Medio Ambiente	2	6%
I.C. 15	Principio de prevención Medio Ambiente	13	37%
I.C. 16	Información sobre multas asociadas a incumplimientos asociados a Medio Ambiente	9	26%
I.C. 17	Impactos ambientales significativos de los principales productos y servicios	7	20%
I.C. 18	Actuación de los proveedores en relación a los aspectos medioambientales	11	31%
I.C. 19	La empresa asume la responsabilidad por los efectos sobre el medio ambiente y la salud humana de todas sus actividades	0	0%

Fuente: “La Responsabilidad Social Corporativa en las memorias anuales de las empresas del IBEX 35” (2007)

Sobre los principios que rigen la actuación de las empresas en el ámbito medioambiental, tenemos el I.C. 14, que define el número de empresas analizadas que se comprometen expresamente con la aplicación del principio de precaución en su actuación medioambiental, que obliga a tomar medidas que reduzcan la posibilidad de sufrir una catástrofe ecológica, a pesar de que se ignore la probabilidad precisa de que ésta ocurra, es muy significativo el escaso número de empresas que se comprometen con este principio de precaución, mientras que son muchas más las que, a través de su adhesión a los Principios del Pacto Mundial se comprometen, al menos formalmente, con el principio de prevención en su actuación medioambiental, como observamos el I.C.15, que define el número de empresas analizadas que se comprometen expresamente con la aplicación del principio de prevención en su actuación medioambiental. Este principio exige tomar medidas preventivas

dado que se conoce la frecuencia relativa de un evento catastrófico o puede calcularse el riesgo de alguna otra manera.

Tal y como señala el I.C. 16, solamente el 26% de las empresas aportaron algún tipo de información sobre las multas recibidas por la empresa en el ejercicio, relacionadas con incumplimientos de normativa medioambiental, pero esa información no permite evaluar ni el nivel de los daños, ni la gravedad de los mismos, ni si los costes de las sanciones se han asumido como costes inherentes a las operaciones y no relevantes frente al beneficio obtenido por las mismas.

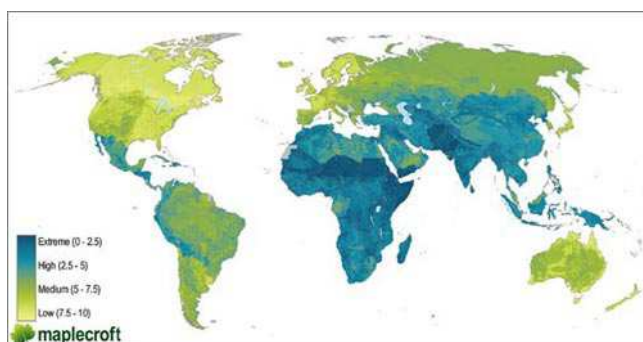
Del estudio de la información publicada se evidencia que aquella información referida a los impactos ambientales negativos que generan los productos y servicios que ofrecen las compañías, cuando se citan I.C.17, son muy incompletos y, en general, se opta por una minimización e infravaloración de los mismos.

La responsabilidad medioambiental de las empresas se extiende también a través de las actividades de sus subcontratistas y proveedores. Sin embargo, son pocos los casos en los que se informa adecuadamente de cómo se gestiona esta responsabilidad y qué resultados se obtienen ya que sólo 11 empresas, como nos indica el I.C.18 aportan algún tipo de información sobre requisitos exigidos a sus proveedores y subcontratistas en relación a aspectos medioambientales, aunque en la mayoría de los casos analizados ésta es solamente cualitativa, incluyendo menciones a la utilización de criterios de gestión medioambiental en la selección de proveedores, exigencias de certificaciones de estándares internacionales, o realización de auditorías de evaluación, pero sin aportar cifras de resultados, impactos, ni evoluciones temporales.

Pero sin duda, el indicador que resulta más llamativo es el que muestra que de las 35 empresas analizadas, ninguna establece un compromiso corporativo expreso de asunción de la responsabilidad por los efectos sobre el medio ambiente y la salud humana de todas sus actividades, según el I.C.19. Por ello, será muy difícil evaluar el grado de compromiso de una empresa que no define un sistema de gestión de su responsabilidad en el caso de que sus operaciones o decisiones hayan impactado negativamente sobre los derechos de las personas y los ambientales.

Por último, la Fundación Ecología y Desarrollo, según recoge el informe "Carbon Disclosure Project 2008" (CDP), con una tasa de respuesta que alcanza el 71%, las empresas muestran un interés a los potenciales riesgos derivados del cambio climático, tanto en las empresas intensivas en carbono como en las no intensivas. La mayoría de empresas identifican oportunidades generadas por el cambio climático en un 88%, pero tan solo el 20% de las mismas, disponen de un objetivo concreto de reducción de emisiones, ello implica que los planes están todavía en una fase inicial, y/o que no estén incluidos en la estrategia de la empresa.

El riesgo de cambio climático, es un riesgo cada vez más presente en nuestra sociedad y como podemos observar a nivel mundial, unos países tienen más riesgo que otros:



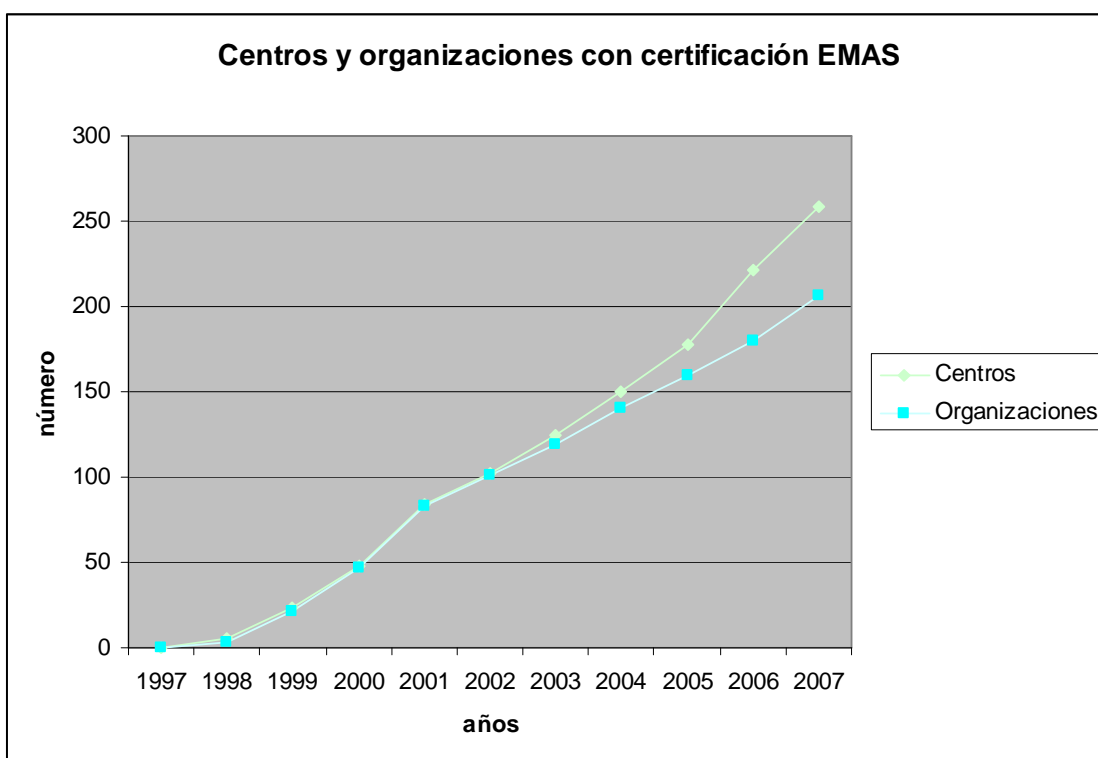
Fuente: Climate Change Risk Report (Maplecroft, 2008)

4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN MEDIOAMBIENTAL EN CATALUÑA A TRAVÉS DE INDICADORES

La Direcció General de Qualitat Ambiental, que depende del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya es el organismo competente para registrar a los centros con certificación EMAS.

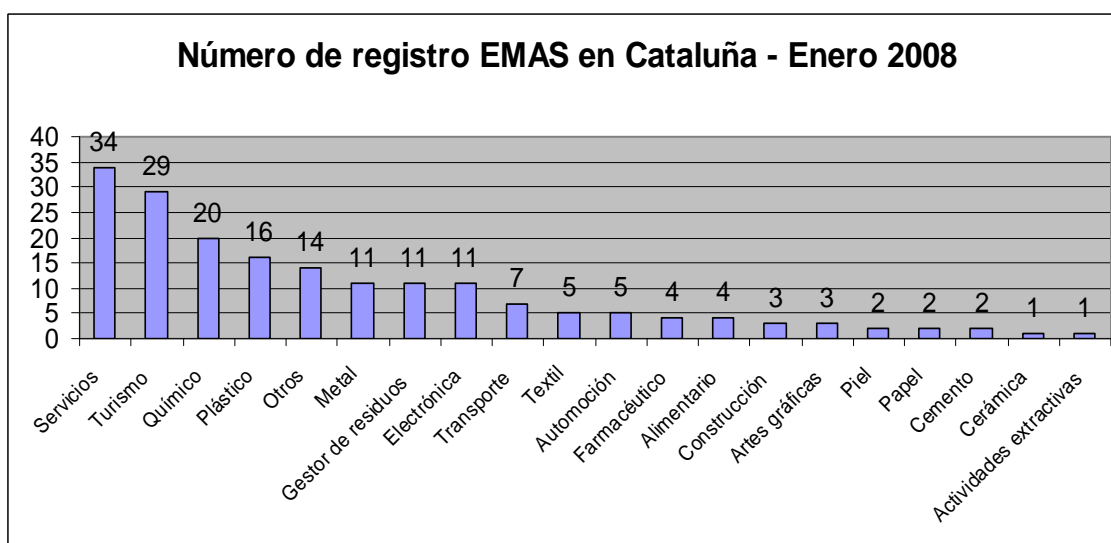
La rápida extensión de la certificación medioambiental en la Unión Europea del EMAS desde 1993 muestra el buen funcionamiento de este nuevo instrumento de protección medioambiental. Alemania es el país con más certificaciones en materia de medio ambiente y España ocupa el segundo lugar en el número de certificaciones, según el estudio de la Generalitat de Catalunya “Gràfics Registre EMAS a Catalunya 2008”

En marzo del 2000 existían en Cataluña 33 centros con certificación EMAS, en Marzo del 2001 el número de centros con certificación EMAS se había duplicado y ascendían a 68 y en abril del 2001 poseía el 62% de los centros con certificación medioambiental. En Junio del 2001 la cifra de centros con este tipo de certificación había ascendido a 84. En Diciembre del 2003 la población de empresas catalanas con certificación EMAS ascendía a 144 centros y en el año 2007 se disponía de 259 centros cuyas declaraciones medioambientales están a disposición del público en el Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya



Fuente: Generalitat de Catalunya. Dept. de Medi Ambient (Gener 2008)

Si observamos la distribución por sectores de registros EMAS en Cataluña a enero de 2008, observamos que el mayor número se concentra en los Servicios y Turismo seguido de cerca por el sector Químico.



Fuente: Generalitat de Catalunya. Dept. de Medi Ambient (Gener 2008)

La definición de indicadores medioambientales los describe como herramientas de evaluación del comportamiento medioambiental que resume información en forma clara, útil y accesible para controlar la evolución de las empresas respecto a años anteriores con previsiones o como comparativa de otras empresas o del sector. La metodología tiene cuatro partes diferenciadas:

- 1- Estudio de los diferentes índices creados por las organizaciones internacionales y nacionales especializadas en esta cuestión
- 2- Obtención de la población-muestra
- 3- Diseño del estudio
- 4- Cálculo, análisis y comparación de los diferentes indicadores medioambientales

La población objeto del estudio de índices, se ha basado en 76 declaraciones, que clasificadas en los sectores de actividad siguientes:

1. *Alimentación,*
2. *Textil,*
3. *Papel y Artes Gráficas,*
4. *Química,*
5. *Plástica,*
6. *Cerámica,*
7. *Metalurgia, productos metálicos y Material de Transporte,*
8. *Equipos electrónicos y eléctricos,*
9. *Intermediarios de Comercio,*
10. *Hostelería,*
11. *Transporte,*
12. *Investigación y servicios técnicos*

13. Actividades Sociales y Ocio

Para desarrollar nuestro estudio, inicialmente, se tomaron como punto de partida los indicadores generados por la Generalitat de Catalunya a partir de la norma ISO (ver Anexo). En una segunda fase, se obtuvo la base de datos que configuró la población-muestra de este estudio y para ello se realizó una ficha individual de cada uno de los centros, en la que se recogían los datos principales respecto a los siguientes conceptos:

- Nombre de la empresa-centro
- CNAE
- Sector de actividad
- Número de trabajadores
- Otras certificaciones
- Año de obtención de la certificación medioambiental
- Indicadores
- Actuaciones de corrección y prevención
- Inversiones-costes

Una vez creímos tener toda la información, procedimos a escoger y aplicar dos tipos de indicadores de los tres definidos por la Generalitat de Catalunya:

- Indicadores de comportamiento operacional o rendimiento medioambiental, que incluían indicadores de entradas, salida e infraestructura y transporte.
- Indicadores de gestión medioambiental, que incluyen indicadores de sistema y área funcional.

La última fase fue el cálculo, análisis y comparación de los indicadores medioambientales. La aplicación de la metodología del análisis de la situación medioambiental a través de indicadores se ha presentado como adecuada y prometedora, aunque exige una gran cantidad y calidad de información por parte de las empresas, que no siempre ponen a disposición del público porque no la poseen o por motivos estratégicos.

Respecto al primer grupo de indicadores de comportamiento operacional o rendimiento medioambiental, destacan:

- Indicadores de entrada, los indicadores de materiales, agua y energía.
- Indicadores de salida, los de productos, residuos, emisiones, vertidos y ruidos.
- Indicadores de infraestructura y transporte, los de superficie total, año de creación y número de trabajadores.

Respecto al segundo grupo, los indicadores de gestión medioambiental, que incluyen indicadores de sistema y área funcional, destacamos la frecuencia de revisión del sistema de gestión medioambiental, los costes medioambientales y la creación de indicadores de temporalización y de inversiones medioambientales.

5. CONCLUSIONES POR SECTORES DE ACTIVIDAD

Respecto a los datos obtenidos en nuestro estudio, por sectores podemos destacar:

1. Sector de la alimentación

- De los residuos producidos, un 87% corresponden a envases y embalajes.
 - Los residuos de materias orgánicas, que son reutilizados en otras industrias, disminuyen considerablemente el impacto de este sector.
 - El gran consumo de agua y la correspondiente producción de vertidos hace obligatorio su control y reducción.
- 2. Industria textil**
- El análisis de los indicadores de este sector pone de manifiesto su elevado uso energético de combustibles fósiles y la necesidad de racionalización y mejora de la calidad de los vertidos.
 - La edad de los centros también es indicativa de la antigüedad del sector.
- 3. Industria del papel y artes gráficas**
- El gran impacto ambiental de los vertidos de este sector ocasionado en el pasado ha provocado cambios en procesos para reducir la cantidad y mejorar su calidad.
 - Los residuos actuales pueden ser considerados como no peligrosos
- 4. Sector químico**
- Este sector ha realizado importantes esfuerzos de protección medioambiental para cambiar su mala fama de sector contaminante y peligroso causada por los accidentes acaecidos en esta industria.
 - Su tradición de mejora del comportamiento medioambiental se pone de manifiesto a través de la presentación de la evolución de numerosos indicadores.
 - Sus resultados son desiguales, algunos centros consiguen reducir consumos o producciones mientras que otros los aumentan, en parte debido a un cambio en la realización de distintos productos.
 - En general, se consiguen reducciones unitarias de consumo eléctrico, de agua y de residuos, al mismo tiempo que se mejora la calidad de éstos.
 - La edad de los centros también pone de manifiesto la madurez del sector.
- 5. Industria plástica**
- La no posesión de datos sobre la evolución de las entradas y la diversidad de éstas provoca problemas de interpretación.
 - El aumento en la gestión y reutilización de residuos y la reducción de los residuos de vertedero son algunos de los resultados positivos conseguidos a nivel sectorial.
- 6. Industria cerámica**
- El único centro analizado de este sector no permite generalizar resultados, que son negativos en cuanto a consumos, porque han aumentado, y positivos respecto a la segregación y gestión de residuos que es muy intensa.
- 7. Sector metalúrgico, de productos metálicos y material de transporte**
- La diferencia de resultados respecto a consumos o producciones son reflejo de la diversidad del sector.
 - La reutilización de envases y embalajes permite la reducción de residuos y la gran amplitud de los análisis de vertidos y emisiones muestran la importancia de estos impactos.
- 8. Sector de equipos electrónicos y eléctricos**
- En este sector los indicadores permiten mostrar claramente cuáles son los centros con mejores comportamientos medioambientales y cuáles tiene peores resultados.
 - La generación de residuos está en función de la producción, como en los otros sectores, pero su correcta gestión permite el ahorro en costes a varios centros e incluso la obtención de beneficios por la venta de residuos.
 - La clasificación de los residuos segregados es detallada, así como las analíticas de emisiones y vertidos.

9. Intermediarios de comercio

- El único centro que compone este grupo pone de manifiesto que su impacto medioambiental es muy limitado y destaca la segregación de papel, tóner, plástico y pilas, entre sus residuos.

10. Sector de la hostelería

- Este sector se ha implicado voluntariamente en la gestión medioambiental debido a la dependencia directa de su actividad con la calidad del medio ambiente.
- Los indicadores analizados muestran situaciones similares en hoteles y camping.
- El consumo de energía y agua, así como la generación de residuos, son los principales impactos.
- La segregación y gestión de residuos por un gestor autorizado es la principal actividad desarrollada, así como la utilización de sistemas de racionalización de consumos de agua y electricidad.
- Es el sector que más ha implicado a sus clientes en la gestión medioambiental haciéndoles partícipes del sistema.

11. Sector del transporte

- El gran impacto ocasionado por el transporte terrestre consiste en el elevado consumo de combustibles fósiles y la producción de emisiones y ruidos.
- Las empresas transportistas han tomado medidas de reducción de consumos porque puede suponer un gran ahorro en costes pero no ha destacado ninguna medida concreta de reducción de emisiones o ruidos, a parte del paso obligatorio de la ITV del vehículo, que está más relacionado con la seguridad que con la protección medioambiental y la reducción de la velocidad en ciertas áreas.

12. Sector de investigación y servicios técnicos

- El comportamiento medioambiental del sector de investigación y desarrollo está en función del tipo de investigación que se esté llevando a cabo y el hecho de funcionar por proyectos dificulta todo análisis evolutivo, por la gran disparidad que puede haber entre ellos.
- Este sector crea indicadores nuevos como son los de toxicidad humana, terrestre o para la flora y fauna, porque son los centros más capacitados a auto valorar su impacto medioambiental

13. Sector de actividades sociales y de ocio

- Los datos del único centro de actividades sociales pertenecen a una oficina, por lo que este impacto puede ser generalizado a la mayoría de oficinas de otros sectores.
- Los principales impactos corresponden al consumo de agua, electricidad y papel y a las producciones de residuos inertes como papel o cartón.
- Los residuos, catalogados como peligrosos, pilas o fluorescentes, son gestionados por gestores autorizados
- Respecto al centro de ocio, se consiguen disminuciones en los consumos por visitante.

6. CONSIDERACIONES FINALES

La medición del rendimiento medioambiental a través de diferentes indicadores y la ausencia de indicadores comunes, ya señalado por Rodríguez y Ricart (1998), dificulta la comparación de la situación medioambiental global, aunque permite el análisis y estudio de aspectos específicos entre las diferentes empresas. La diversidad de materias primas, productos y residuos, así como sus unidades de medida, dificulta la comparación entre empresas, aunque pertenezcan al mismo sector. Es necesaria la recolección de la evolución de los indicadores medioambientales para poder

desentrañar la tendencia y poder demostrar las mejoras. Esto sólo es posible en centros donde el sistema de gestión medioambiental hace algunos años que está en funcionamiento.

El hecho de la fabricación de diferentes productos puede falsear, e incluso invalidar, las interpretaciones de sus resultados medioambientales porque los diferentes productos utilizan diferentes cantidades y tipos de materias primas o suministros y producen diferentes residuos. Esta situación puede llevar a aumentos o disminuciones de los impactos medioambientales que no sean debidos al correcto o incorrecto funcionamiento del sistema de gestión medioambiental sino a la tipología de los productos. Donde la imposibilidad del cálculo unitario de los indicadores, causado por el desconocimiento de las producciones anuales aconsejan prudencia a la hora de interpretar los resultados.

En un entorno en el que las empresas y ciudadanos empiezan a tener conciencia del cambio climático, la RSC nos abre innumerables caminos en pos de alcanzar unos resultados económicos eficientes que a su vez sean sostenibles, dejamos la puerta abierta a futuras investigaciones que puedan aportar un mejor conocimiento a generaciones venideras.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. ARAGÓN CORREA, J.A (1998a) “Empresa y Medio Ambiente. Gestión estratégica de las oportunidades medioambientales”. Comares. Granada
2. ARAGÓN CORREA, J.A (1998b) “La empresa y el medio ambiente: Un esquema de integración estratégica” *Cuadernos Económicos de Granada*. Nº 8, pp. 107-120.
3. ARGANDOÑA, A. (2006) “La ética en la economía de las organizaciones: ¿es posible una integración efectiva?, *Actas del 14 th Internacional Symposium on Ethics, Business and Society: Towards a Comprehensive Integration of Ethics into Management: Problem ans Prospects*. Barcelona.
4. BANSAL, P Y ROTH, K. (2000), “Why companies go green: A model of ecological responsiveness”, *Academy of Management Journal*, Vol. 43, Nº 4, pp. 717-736.
5. CLEMENTS R.B (1997). “Guía completa de las Normas ISO 14000”. Gestión 2000. Barcelona.
6. COMISIÓN EUROPEA (1999). “Towards environmental pressure indicators for the EU”.
7. COMISIÓN EUROPEA (2000). “Libro Blanco sobre Responsabilidad Ambiental”.
8. COMISIÓN EUROPEA LIBRO VERDE (2001) "Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas".
http://europa.eu.int/comm/employment_social/soc-dial/csr/greenpaper_es.pdf
9. COMISIÓN ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT (2001) “Indicators for Sustainable Development. Guidelines and methodologies”. New York, *United Nations Division for Sustainable Development*.
<http://www.un.org/esa/sustdev/isd.htm>
10. CONESA FERNÁNDEZ-VITORIA, V. (1997). “Instrumentos de la gestión ambiental de la empresa. Mundi-Prensa”. Madrid.
11. COOPERS & LYBRAND, INIMA. “Libro Blanco de la Gestión Ambiental en la Industria Española”. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona. 1998
12. CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY EUROPE (2005). “A European Roadmap: Towards a Sustainable and Competitive Enterprise”
<http://www.csreurope.org/>

13. EMAS (2006). Commission Recommendation on environmental performance indicators (2006). *Diario Oficial de la Unión Europea*.
http://ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm
14. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (1998). “Environmental Management Tools for SMEs”. Centre for Corporate Environmental Management (CCEM).
15. EUROPEAN COMMISSION (1999). “Towards environmental pressure indicator for the European Union”. *Them 8: Environmental and Energy Collection*. Panorama of the EU
16. FREDERICK, W.C. (2006). “Corporation, Be Good! The Story of Corporate Social Responsibility. Indianapolis: Dog Ear”
17. FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2008) “Carbon Disclosure Project 2008”
<http://www.ecodes.org/docs/CDP6SpainReport.pdf>
18. FUNDACIÓN ENTORNO (2007). “Informe 2007 de la Gestión Medioambiental en la Empresa Española”.
<http://www.fundacionentorno.org/>
19. GENERALITAT DE CATALUNYA (2007) “Guía d’impuls a la Responsabilitat Social Empresarial”. *Col. Manuales de ecogestión. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient*. Barcelona.
http://www.mediambient.gencat.cat/cat/el_departament/actuacions_i_serveis/publicacions/guia_RSE.pdf
20. GENERALITAT DE CATALUNYA (2008). “Guía práctica para la implantación de un sistema de gestión ambiental”. *Col. Manuales de ecogestión. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient*. Barcelona
http://www.mediambient.gencat.cat/cat/empreses/sgma/doc/grafics_emas07.pdf
21. GLOBAL COMPACT (2000) última revisión 2005. ONU (Organización de las Naciones Unidas)
<http://www.unglobalcompact.org/> <http://www.pactomundial.org/>
22. GLOBAL REPORTING INITIATIVE (2006). “Guía para la elaboración de Informes de Sostenibilidad”.
www.globalreporting.org
23. ISO 14031. International Organization for Standardization (1999). “Environmental management- Environmental performance evaluation-Guidelines”
<http://www.iso.org>
24. LUO, W Y BHATTACHARYA, C.B. (2006): “Corporate Social Responsibility, Customer Satisfaction and Market Value”, *Journal of Marketing*, vol. 70, núm.4; pp.1-14.
25. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1996). “Indicadores Ambientales. Una propuesta para España”. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
26. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2007). Información estadística ambiental. Indicadores Ambientales.
<http://www.mma.es/portal/common/buscador/resultados.jsp>
27. OBSERVATORIO DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA (2007) “La Responsabilidad Social Corporativa en las memorias anuales de las empresas del IBEX 35”
http://www.observatoriosc.org/images/documentos/publicaciones/informes_estudios/obrsconforme07_ibex35_conclusiones.pdf
28. OCDE (1994). “Environmental Indicators”. OECD. París.
29. OCDE (1998). “Towards Sustainable Development. Environmental Indicators”. OECD. París
30. OCDE (2005) “El Medio Ambiente y las Líneas Directrices de la OCDE para las Empresas Multinacionales”

- <http://www.oecd.org/dataoecd/21/20/16975360.pdf>
31. PORTER, M. Y KRAMER, M.R. (2002) “The Competitive Advantage of Corporate Philanthropy”. *Harvard Business Review*. Vol 80, num 12, pp 57-68
 32. PORTER, M. Y KRAMER, M.R. (2006) “Strategy and Society. The link between Competitive Advantage of Corporate Social Responsibility”. *Harvard Business Review*. December, pp 78-92
 33. REDONDO, H., (2005) “RSC. Implicaciones para la empresa y el trabajo del auditor, nombre el análisis de la situación de las empresas españolas con el buen gobierno”. Deloitte-Esade.
http://www.auditorsensors.com/pfw_files/cma/doc/eventos/XV%20FAP/T4%20Helena%20Redondo.pdf
 34. REDONDO, H., (2006) “El compromiso social de las empresas con las ciudades”. Deloitte.
 35. RODRIGUEZ M. A. y RICARD J.E. (1998) “Dirección Medioambiental de la Empresa. Gestión estratégica del reto medioambiental: conceptos, ideas y herramientas”. Gestión 2000. Barcelona
 36. SOCIEDAD PÚBLICA DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL GOBIERNO VASCO (1999) “Indicadores medioambientales para la empresa”. IHOBE. Bilbao <http://www.ihobe.net>
 37. VOGEL, D. (2005) “The Market for Virtue: The Potential and Limits of Corporate Social responsibility”. *Washington: Brooking Institution Press*.
 38. WBCSB (World Business Council Sustainable Development) (2007) Informe Anual. www.wbcsd.org
 39. WWF y NEF (1994) “Indicators for Sustainable Development Strategies for Use of Indicators in National Reports to the Commission on Sustainable Development and the EC Structural Funds Process”. WWF y The New Economics Foundation. Londres.

8. ANEXOS

Tabla 1: Indicadores de comportamiento operacional o rendimiento medioambiental

INDICADORES DE MATERIALES Y ENTRADAS	
INDICADORES DE ENTRADA	
IM ¹⁶ 1	Cantidad de materiales empleados al año
IM 2	Cantidad de materiales empleados, según tipos: procesados, reciclados o reutilizados
IM 3	Cantidad de materiales de envases o embalajes desechados al año
IM 4	Cantidad de materiales de envases o embalajes reutilizados al año
IM 5	Cantidad de materiales auxiliares reciclados o reutilizados al año
IM 6	Cantidad de materias primas reutilizadas en el proceso de producción al año
IM 7	Cantidad de materiales peligrosos usados en el proceso de producción al año
AIM	Ahorro en la intensidad de materiales
IA ¹⁷ 1	Cantidad de agua consumida al año
IA 2	Cantidad de agua reutilizada al año
IA 3	Cantidad de agua según origen al año
IA 4	Cantidad de agua según origen
AIA	Ahorro en la intensidad de agua
IE ¹⁸ 1 ¹⁹	Cantidad de energía consumida al año
IE 2	Consumo de energía según tipo al año
IE 3	Cantidad de energía generada a partir de subproductos o de flujos del sistema al año
IE 4	Unidades de energía ahorradas por programas de conservación de energía al año
AIE	Ahorro en la intensidad de energía
SM ²⁰ 1	Cantidad de materiales peligrosos empleados por los proveedores de servicios contratados al año
SM 2	Cantidad de productos de limpieza usados por los proveedores de servicios contratados al año
SM 3	Cantidad de materiales reciclables y reutilizables usados por los proveedores de servicios contratados al año
SM 4	Cantidad y tipo de residuos generados por los proveedores de servicios contratados al año
INDICADORES DE SALIDA	
P ²¹ 1 o S ²² 1	Cantidad de producción anual o servicios anuales
P2	Cantidad de producción anual con propiedades peligrosas
P3	Cantidad de producción que pueda ser reutilizada o reciclada
P4	Porcentaje del contenido del producto que pueda ser reutilizado o reciclado
P5	Porcentaje de productos defectuosos
P6	Cantidad de subproductos generadas al año
P7	Unidades de energía consumidas por producto durante su utilización
P8	Duración de uso (vida útil) del producto
P9	Número de productos o porcentaje de producción que incluyan instrucciones específicas relativas a su uso y distribución de forma segura para el medio ambiente
SPE ²³ 1	Cantidad de productos de limpieza empleados por metro cuadrado
SPE 2	Consumo de combustible
SPE 3	Número de licencias vendidas para procesos mejorados/ perfeccionados
SPE 4	Número de incidentes o insolvencias de créditos de riesgo relacionados con el medio ambiente
SPE 5	Cantidad de materiales usados durante el servicio de posventa del producto.

¹⁶ Intensidad de materiales

¹⁷ Intensidad de agua

¹⁸ Intensidad de energía

¹⁹ IE1 suele especificar también el tipo de energía, si es eléctrica, de gas natural, etc...

²⁰ Servicio de mantenimiento

²¹ Productos

²² Servicios

²³ Servicios prestados por la empresa

R²⁴ 1	: Residuos totales producidos al año
R 2²⁵	Cantidad de residuos peligrosos producidos al año
R 3²⁶	Cantidad de residuos reutilizables o reciclables producidos al año
R 4	Cantidad de residuos almacenados en la planta al año
R 5	Cantidad de residuos controlados mediante permisos al año
R 6	Cantidad de residuos peligrosos eliminados gracias a la sustitución de materiales al año
EA²⁷ 1	Cantidad de emisiones en mediciones puntuales
EA 2	Emisiones de sustancias que contribuyan a la destrucción de la capa de ozono al año
EA 3	Emisiones de gases invernadero al año
IV²⁸ 1²⁹	Cantidad de sustancias vertidas al año
IV 2	Cantidad de residuos vertidos, inyectados o enterrados en el suelo por unidad de producto
IV 3³⁰	Cantidad de sustancia vertida en mediciones puntuales
OE³¹ 1	: Cantidad de ruido medida en un punto concreto
OE 2	Cantidad de radiación liberada al medio ambiente
OE 3	Emisiones de calor, vibraciones o luz
OE4	Número de lugares según dB
OE5	Número de análisis de suelo al año
INDICADORES DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTE	
IT³² 1	Consumo medio de combustible de la flota de vehículos
IT 2	Número de cargas diarias entregadas por cada medio de transporte
IT 3	Número de vehículos de la flota con sistemas de reducción de emisiones
IT 4	Número de viajes de negocios realizados mediante otros medios de transporte
IT 5	Número de viajes de negocios realizados por cada medio de transporte
II³³ 1	Número de piezas del equipamiento diseñadas para ser fácilmente desmontadas, recicladas y reutilizadas
II 2	Número de horas al año que está en funcionamiento una determinada pieza del equipamiento
II 3	Número de situaciones de emergencia u operaciones no rutinarias por año
II 4	Superficie total de suelo ocupado con fines productivos
II 5	Superficie de suelo usada para generar una unidad de energía
II 6	Número de horas de mantenimiento preventivo del equipo
II 7	Número de habitaciones (hoteles)
II 8	Año de creación
II 9	Eficacia-rendimiento de las calderas (%)
II 10	Número de trabajadores
II 11	Años del equipo productivo

Fuente: ISO 14031, Generalitat de Catalunya y Ana García González

²⁴ Residuos

²⁵ En ocasiones se especifica el tipo de residuos, si son especiales, no especiales, peligrosos o inertes

²⁶ Se especifica los residuos valorizados sin tratamiento y los valorizados con tratamiento

²⁷ Emisiones atmosféricas

²⁸ Indicadores de vertidos

²⁹ Se suele especificar el tipo de sustancia vertida

³⁰ Se especifica el tipo de sustancia

³¹ Otras emisiones

³² Indicadores de transporte

³³ Indicadores de infraestructura

Tabla 2: Indicadores de gestión medioambiental utilizados

INDICADORES DE SISTEMA	
AS³⁴ 1	Número de objetivos y metas alcanzados al año
AS 2	Número de unidades organizativas implicadas en la consecución de objetivos y metas
AS 3	Grado de implantación de las prácticas medioambientales
AS 4	Frecuencia de revisión del SGMA
TAI	Año de inicio de la actividad de protección del medio ambiente
TAI SGMA	Año de inicio del sistema de gestión medioambiental
TAI certif	Año de obtención de la certificación medioambiental
AJR³⁵ 1	Grado de cumplimiento de los requisitos legales
AJR 2	Excesos temporales de los límites legales
AJR 3	Número y coste de las multas o sanciones
AJR 4	Número de auditorías realizadas
CA³⁶ 1	Costes medioambientales
INA p	Inversiones ambientales en prevención
INA c	Inversiones ambientales en corrección
AC 2	Ahorro de costes debido a la gestión medioambiental
Payback	Plazo de recuperación de la inversión medioambiental
INDICADORES DE ÁREA FUNCIONAL	
IF³⁷ 1	Nº de trabajadores que han recibido formación medioambiental
IF 2	Horas de formación ambiental por trabajador
SS³⁸ 1	Número de iniciativas de prevención
SS 2	Número de procedimientos de emergencias comprobados en simulacros
SS 3	Planes de emergencia
SS 4	Índice de frecuencia de accidentes
RP³⁹ 1	Nº de proveedores o contratistas que han requerido información medioambiental
RP 2	Nº de proveedores o contratistas con sistemas de gestión medioambiental
CIE⁴⁰ 1	Número de comunicaciones internas
CIE 2	Número de comunicaciones externas
CIE 3	Recursos destinados al soporte de programas medioambientales para la comunidad
CIE 4	Número de solicitudes de información de carácter medioambiental
ROP	Relaciones con organizaciones de protección medioambiental

Fuente: ISO 14031, Generalitat de Catalunya y Ana García González

³⁴ Aplicación de sistema

³⁵ Asuntos jurídicos y reclamaciones

³⁶ Costes ambientales

³⁷ Indicadores formación

³⁸ Seguridad y salud

³⁹ Relación con los proveedores

⁴⁰ Comunicaciones internas-externas

6.4. Artículos enviados pendientes de aceptación

6.4.1. Artículo enviado a la Journal of Business and Industrial Marketing

Association in Commercial Distribution by using Fuzzy Algorithms

Anna María Gil-Lafuente, Sefa Boria Reverter, Emili Vizquete Luciano

amgil@ub.edu; jboriar@ub.edu; evizuetel@ub.edu

Abstract

The aim of this paper is to analyse the Distribution process in an enterprise in order to apply a methodology to optimise the phases which can save costs to the company.

The main objective is to propose a model based on fuzzy logic which allows the distribution process to be efficient at improving decision making and thus saving costs. Distribution, a strategic variable in marketing, is a fundamental element to create a competitive strategy which allows the generation of income.

It seeks improvement in the distribution process in an enterprise by applying methods and models which help to make strategic decisions and allow optimisation of those phases to reduce their cost.

Keywords

Optimization, Fuzzy Algorithms, Distribution, Pichat Algorithm.

1. Introduction

One of the essential links in distribution is the process of association. It is the process by which groups of similar elements are formed by following certain criteria. Different associations can be established in an enterprise, but this paper will cover product or services association and geographical or territorial association.

In the case of products, this association is necessary in those enterprises which have a lot of references, provide assembly lines or work with a limited stock (Green et al. 2012; Vinodh et al. 2013) The degree of homogeneity is analysed and then a section with the most similar products is created. This will optimise the management of goods. This way, similar products could extend as one and this would save costs in transportation.

For geographic association, similar regions are grouped following certain criteria. This would let the enterprise structure the territories optimally according to the profile of inhabitants and therefore a better distribution strategy would be established for each area (Chang et al. 2012).

In order to achieve the final objective of this paper some specific objectives will have to be achieved:

1. Considering product association in order to create similar sections for transportation.
2. Considering geographic association by proposing a commercial configuration by areas which will present enough degree of homogeneity and a correct adaptation to the different products marketed by the enterprise.

This matter requires an efficient management of the logistics network in order to approach the starting point of the product or service and the final consumer. It is at this point that enterprises may achieve significant cost savings (Kaloxylas et al. 2013; Lin and Wu 2013; Wuttke et al. 2013) and be more respectful (Kristianto et al. 2014) and environmentally sustainable (Ahi, Searcy 2013; Chan et al. 2012; Hojmoose et al. 2012).

The efficient use of the logistics network has also been demanded by customers themselves in order to improve the quality of the service (Jüttner et al. 2007; Liu et al. 2014).

The rest of the paper is organised as follows. In section 2, the initial situation is exposed. Section 3 shows the different algorithms developed to carry out the association processes and in section 4 the results obtained in the real case we analysed will be presented. Finally, in section 5 the conclusions achieved will be explained.

2. Exposition of the situation

Distribution is one of the 4 marketing Ps. The essence of commercial distribution is to approach the product to consumers, thus giving additional value to the product. This is known as time value and place value.

- Time value: make the product available to the consumer at the moment needed.
- Place value: approach the product to the consumer.

Ultimately, the objective of distribution is to have the right product at the right place, at the right moment and at the least cost, time and effort possible.

More and more enterprises devote a bigger quantity of resources to improve their distribution systems, since they are aware of the vital function they represent to the company when creating a competitive strategy that allows them to generate income. Enterprises which invest in improving it achieve competitive advantages compared to their competitors (Paksoy and Chang 2010; Trienekens and Devadasan 2013) in industrialised and underdeveloped areas (Zhang and Murphy 2009).

The application of fuzzy techniques lets us determine an optimal design of the logistics network, thus giving benefits to the enterprise and its stakeholders (Bilgen 2010; Campuzano et al. 2010; Erol et al. 2011; Liang 2011; Olugu and Wong 2012; Paksoy et al. 2012; Pishvaei et al. 2012; Rajan 2007).

2.1. Distribution

Commercial distribution can be defined as the marketing function or instrument which relates production with consumption and whose mission is to make the product available to the consumer at the quantity demanded, at the moment needed and at the place where they wish to purchase, developing also a set of activities like that of information, promotion and presentation of the product at the point-of-sale in order to encourage consumers to purchase (Santesmases 2004).

Distribution is a strategic variable in marketing, therefore, decisions made will have a long term effect. For this reason uncertainty in the expected conditions must be taken into account.

3. Developing the Association Process

An association process consists in joining elements with very similar characteristics in order to achieve a specific objective.

In the case of an enterprise, the association process is carried out in order to form homogeneous groups of products or services following some criteria or characteristics or to create a commercial configuration complying with psychographic issues and not political or administrative factors, so achieving a better management of stocks, time and available resources.

3.1. Association of products or services

An enterprise which must distribute and sell a wide range of products or services needs to associate those which share a certain degree of similitude.

This way, the following is obtained:

1. A commercial configuration based on the separation of homogeneous groups of products or services, establishing as many sections as products the company sells.
2. Transport optimisation, i.e. transporting the homogeneous groups of products from point of manufacture to point of dispensation allowing saving costs to the company since there is an optimisation of space, time and resources necessary for the transportation.

In order to carry out the analysis, we start from the set of products that wish to be associated according to certain qualities or characteristics (Gil-Aluja 1999). Being $E_1 = \{P_j / j = 1, 2, \dots, m\}$ the set of products and $E_2 = \{C_i / i = 1, 2, \dots, n\}$ the set of each of the characteristics to take into account in the association process. So, we have $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ which are the n products that wish to be distributed and sold and $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ which are the n characteristics or qualities to be taken into account when creating the groups of products.

This way, each product can be described from its qualities or characteristics:

$$P_j = \begin{array}{cccc} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \hline & \mu_1^{(j)} & \mu_2^{(j)} & \dots & \mu_n^{(j)} \\ \hline \end{array}$$

where $\mu_i^{(j)} \in [0, 1], i = 1, 2, \dots, n$.

The association of products $P_j, j = 1, 2, \dots, m$ taken in pairs, may take place, among others, through the concept of distance (Kaufmann and Gil-Aluja 1986) defined as follows:

$$\delta(A, B) = d(A, B) / n$$

Therefore, if this concept is adopted, we will obtain the dissimilarities between each pair of products in relation to the qualities or characteristics considered; being the relative Hamming distance between two objects P_j y P_k like this:

$$\delta(P_j, P_k) = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n |\mu_i(j) - \mu_i(k)|)$$

with $j, k = 1, 2, \dots, m$.

Hamming distance will be used due to the multiple applications it presents to determine an optimal selection (Gil-Aluja 1996; Popa and McDowell 2010; Huang et al. 2006; Zuoyong et al. 1993; Duin and Volgenant 2006).

Up to now, we have the degree of heterogeneity that two products have. This result is obtained as a distance matrix, i.e. a dissimilarity matrix where δ_{jk} is the relative distance between the objects P_j y P_k :

	P_1	P_2	...	P_n
$P_1 =$	δ_{11}	δ_{12}	...	δ_{1n}
$P_2 =$	δ_{21}	δ_{22}	...	δ_{2n}
...
$P_m =$	δ_{m1}	δ_{m2}	...	δ_{mn}

Where $\delta_{11} = \delta_{22} = \dots = \delta_{mm} = 0$, since the distance of an object with itself is non-existent, and, anyway, $\delta_{jk} \in [0, 1]$.

In order to find the similarity matrix, i.e. the matrix which will show the degree of homogeneity of the products, we can resort to the operation of complementing the elements of the dissimilarity matrix in relation to the unit, that is:

$$S_{jk} = 1 - \delta_{jk}$$

Therefore, the similarity matrix would be as follows:

$$[S] = \begin{array}{c} P_1 = \\ P_2 = \\ \dots \\ P_m = \end{array} \begin{array}{cccc} P_1 & P_2 & \dots & P_n \\ \hline s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1m} \\ \hline s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2m} \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hline s_{m1} & s_{m1} & \dots & s_{mm} \end{array}$$

with: $S_{jk} \in [0, 1]$; $\sum S_{jk} = 1$, si $j = K$.

Similarity relations can be treated with algorithms which study affinities and which, sometimes, detect the so-called *maximum subrelations of similarity*.

With all this information we will use Pichat algorithm, whose objective is to obtain submatrices (Gil-Aluja et al. 2011), in order to obtain the maximum subrelations of similarity.

The starting point is the existence or creation of a similarity Boolean matrix, which is a numbers matrix whose components or entries are exclusively 0 or 1. In order to create it, it is necessary to establish a level of demand α , so:

$$\text{If } S_{jk} \geq \alpha \rightarrow 1$$

$$\text{If } S_{jk} < \alpha \rightarrow 0$$

This level of demand will determine whether two products are similar enough or not, i.e., if they are homogeneous or not. Therefore, it is a very important decision since this level will mark the course of the analysis and will form determined product associations.

So, from the matrix [S] and taking into account the level of demand established, the Boolean Matrix [B] must be created as follows:

$$[B] = \begin{array}{c} P_1 = \\ P_2 = \\ \dots \\ P_m = \end{array} \begin{array}{cccc} P_1 & P_2 & \dots & P_n \\ \hline 1 & B_{12} & \dots & B_{1n} \\ \hline & 1 & \dots & B_{2n} \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hline & & & 1 \end{array}$$

Once the Boolean matrix [B] is obtained, the Pichat algorithm is developed by following this process (Kaufmann and Gupta 1988):

1. The starting point is the creation of a similarity Boolean relation. (Matrix [B] found previously)

2. Due to the symmetry, only the main diagonal and its upper part in the matrix are considered.
3. Successively, zeros (empty spaces) in each row are considered and operated on, one after the other as follows:
 - a. We multiply the elements in the columns where there are zeros (empty spaces)
 - b. We add the element in the corresponding row to the previous product.
4. The additions found for each row are gathered by means of the Boolean product, in minimal terms, according to the following rules:
 - a. Rows with no zeros (there is no addition for them) are excluded from the process
 - b. When the product of additions equals the repetition of one addend, only one of them is considered. So $a \dot{+} a = a$.
 - c. If the same elements are found in more than one resultant addends or the same plus another one/ones, the one with the higher number of elements is eliminated.
So: $a \dot{+} abc = a$.
5. An addition of products of elements is then found. For each of the addends its complement is obtained. Each of these complementary terms provides with a maximum subrelation of similarity.

3.2. Geographic or territorial association

This kind of association is characterised by the fact that it seeks a separation in the selling geographic space. The aim is to obtain a commercial configuration by similar areas according to psychographic factors and life style. Moreover, we can know the reception or acceptance of the different products in the associated areas. We can expect then that nearby regions at a geographic level may form an optimal region or areas with similar cultural characteristics, with similar profiles or with not very distant life styles may be part of the same group.

From a commercial point of view, the association of regions or geographic areas with a series of common characteristics in terms of buying habits, customs, purchasing power, etc. is a very important element for the election and organization of the distribution channels, as well as for the effectiveness of the commercial actions that may be carried out in the future.

Therefore, in order to carry out this geographic association, the highest degree of homogeneity will be searched again so as to obtain a set of commercial areas where the products of the enterprise will be well accepted.

We will have a set of products represented as $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$; and a series of geographic areas or markets represented as $M = \{M_1, M_2, \dots, M_k\}$.

In this case, each of the markets will receive each of the different products differently, so for each of the markets M_k we will evaluate the acceptance of each of the products P_n as follows:

$$M_k = \begin{array}{cccc} & P_1 & P_2 & \dots & P_n \\ \mu_k^{(j)} = & \mu_1^{(j)} & \mu_2^{(j)} & \dots & \mu_k^{(j)} \end{array}$$

where $\mu_i^{(j)} \in [0, 1]$, $i = 1, 2, \dots, k$.

Just like in the previous section, we have to find the Hamming distances in order to find the fuzzy relations and then the maximum subrelations of similitude by using the algorithm developed by Kaufmann and Gil-Aluja (1993) by following these steps:

1. Two relations are established, one to the left and one to the right. The one on the left is formed by all the possible combinations of one, two, three..., elements of the matrix and the one on the right by the intersections of the elements in the corresponding rows.
2. In order to shorten the process, we can eliminate all those connections in which the left member is not contained in the right member.
3. When the combination on the right is exactly the same as the one on the left we will be in front of a maximum subrelation of similarity.

4. Practical Case Study

4.1. Association of products or services

We based on an enterprise which distributes chocolate and cocoa products in order to determine the optimal association of these products in the Spanish territory.

We have two sets: the first one composed by the products forming the company portfolio; and the second one formed by the inherent characteristics of the product itself and which will mark the conditions for their optimal distribution. In other words, the second group is

formed by those aspects related with the circulation of products when associating them for their transportation.

Therefore, in an enterprise whose products are edible and perishable, we should consider characteristics such as temperature conditions necessary for food preservation or delivery times when dealing with fresh or daily made products, among others.

The sets are:

1. Products: $P = \{P_1, P_2, \dots, P_6\}$
2. Characteristics: $C = \{C_1, C_2, \dots, C_9\}$

By giving [0,1] values we obtain:

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
P_1	1	0.7	0.9	1	0.8	0.3	0.6	0.4	0.6
P_2	1	0.7	0.7	0.6	0.6	0.3	0.6	0.7	0.6
P_3	1	0.7	0.8	0.7	0.6	0.3	0.6	0.5	0.6
P_4	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6	0.3	0.7	0.8	0.4
P_5	1	0.7	1	1	0.8	0.3	0.8	0.2	0.4
P_6	0.4	0.7	0.6	0.7	0.5	0.3	0.8	0.9	0.4

Table 1: Experts valuations

Where we can see what importance each characteristic has for each of the products.

We calculate the Hamming distances to check how different the products are, defined by the importance given to each of the characteristics described.

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
P_1	0	0.12	0.08	0.22	0.08	0.27
P_2		0	0.04	0.10	0.20	0.17
P_3			0	0.14	0.16	0.19
P_4				0	0.23	0.09
P_5					0	0.26
P_6						0

Table 2: Dissimilarity matrix

Table 2 shows each of the results obtained which represent the degree of heterogeneity of the combination of products, i.e. how much they differentiate. The main diagonal is 0 since

the distance between one product and itself is non-existent. So, the difference between P_1 and P_2 is 0.12 which means that these two products are 12% different, which means that they are 88% similar. This degree of homogeneity is given by the complementary. So, if we subtract the unit to the distances we obtain the similarities as follows:

$$S(P_1, P_2) = 1 - d(P_1, P_2) = 1 - 0,12 = 0,88.$$

In table 3, once we do this calculation for all the distances between products, we obtain the similarity matrix:

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
P_1	1	0.88	0.92	0.78	0.92	0.73
P_2		1	0.96	0.90	0.80	0.83
P_3			1	0.86	0.84	0.81
P_4				1	0.77	0.91
P_5					1	0.74
P_6						1

Table 3: Similarity matrix

This time, the main diagonal is 1 since the homogeneity of a product with itself is total. The rest of the results represent the degree of similarity existing between products.

To continue, we set a level of demand which establishes where products are similar enough to be associated. The more attention and care the product requests, the higher the level of demand must be established.

In this example, the level of demand (α) established was 85% as follows:

$$\text{If } S(P_1, P_2) \geq \alpha \rightarrow 1$$

$$\text{If } S(P_1, P_2) < \alpha \rightarrow 0$$

We obtain then the Boolean matrix of zeroes and ones for a level of demand $\alpha = 85\%$ (see Table 4).

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
P_1	1	1	1	0	1	0
P_2		1	1	1	0	0
P_3			1	1	0	0
P_4				1	0	1
P_5					1	0
P_6						1

Table 4: Boolean matrix

From this matrix, we develop the Pichat algorithm to obtain the maximum product associations.

First, each product is assigned the elements that correspond to it, as follows:

- $P1 \rightarrow P1 + P4P6$
- $P2 \rightarrow P2 + P5P6$
- $P3 \rightarrow P3 + P5P6$
- $P4 \rightarrow P4 + P5$
- $P5 \rightarrow P5 + P6$
- $P6 \rightarrow \emptyset$

We calculate the products in the different rows in pairs. The result is:

$$(P1P2P3P5 + P1P5P6 + P2P3P4P6 + P4P5P6)$$

By finding the maximum associations, we found four groups:

- Group A: Products $P4$ and $P6$
- Group B: Products $P2$, $P3$ and $P4$
- Group C: Products $P1$ and $P5$
- Group D: Products $P1$, $P2$ and $P3$

As we can see, these associations are not discrete. It is the case of $P4$ (group A and B), $P2$ and $P3$ (group B and D) and $P1$ (group C and D). This fact does not present a problem to the company, apart from having to decide in which group they shall include the ones repeated. In this case, group B could be eliminated since its elements $P2$, $P3$ and $P4$ already appear in other groups.

So, the final result of the association would be:

- Group A: Products $P4$ and $P6$
- Group C: Products $P1$ and $P5$
- Group D: Products $P1$, $P2$ and $P3$

4.2. Geographic or territorial association

In order to carry out the analysis of the optimal geographic association, we take two sets: set P made up of the same elements in the previous section; and set M made up of the Spanish Autonomous Communities.

Due to their own characteristics, we create an area including the Basque Country, Navarra and La Rioja. So, we have 14 regions which will be associated in order to obtain similar groups of consumers.

The two sets are:

$$P = (P_1, P_2, \dots, P_6)$$
$$M = (M_1, M_2, \dots, M_{14})$$

Where the set M is made up of:

$M_1 =$ Galicia

$M_2 =$ Asturias

$M_3 =$ Cantabria

$M_4 =$ ENR

$M_5 =$ Aragon

$M_6 =$ Cataluña

$M_7 =$ Baleares

$M_8 =$ C. Valenciana

$M_9 =$ Castilla y León

$M_{10} =$ C. de Madrid

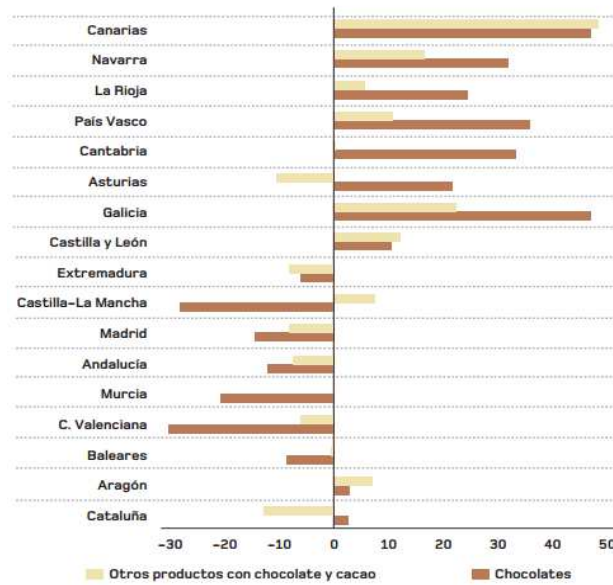
$M_{11} =$ C. La Mancha

$M_{12} =$ Extremadura

$M_{13} =$ Andalucía

$M_{14} =$ Murcia

In order to determine which geographic area may be more beneficial for our interests we base on Graph 1 (Martín Cerdeño, 2007) which presents the consumption of chocolate and other chocolate or cocoa products in each of the Autonomous Communities.



Graph 1: Chocolate, cocoa and other substitutes per capita in Spanish Autonomous Communities

With these data we will evaluate the markets according to the good reception or acceptance that chocolate products may have in each of the Autonomous Communities. So, in Table 5, values between [0,1] will be given in order to define this aspect.

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
M_1	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.6
M_2	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6	0.5
M_3	0.7	0.7	0.7	0.5	0.7	0.6
M_4	0.7	0.7	0.7	0.9	0.7	0.6
M_5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5
M_6	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4	0.5
M_7	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4
M_8	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4
M_9	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6
M_{10}	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6
M_{11}	0.2	0.2	0.2	0.6	0.3	0.6
M_{12}	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6
M_{13}	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6
M_{14}	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5

Table 5: Valuation by Autonomous Communities

This way, the Community of Galicia (M_1) would accept chocolate and cocoa products very well. However, these products would not be so well accepted in Castilla La Mancha (M_{11}) We calculate the distances and we obtain the similarity matrix in table 6.

	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}	M_{11}	M_{12}	M_{13}	M_{14}
M_1	1	0.80	0.90	0.90	0.58	0.58	0.52	0.50	0.78	0.72	0.60	0.78	0.78	0.68
M_2	0.80	1	0.90	0.83	0.78	0.78	0.72	0.70	0.88	0.85	0.70	0.88	0.88	0.85
M_3	0.90	0.90	1	0.93	0.68	0.68	0.62	0.60	0.85	0.82	0.67	0.85	0.85	0.78
M_4	0.90	0.83	0.93	1	0.62	0.62	0.55	0.53	0.82	0.75	0.63	0.82	0.82	0.72
M_5	0.58	0.78	0.68	0.62	1	0.97	0.93	0.92	0.80	0.87	0.88	0.80	0.80	0.90
M_6	0.58	0.78	0.68	0.62	0.97	1	0.90	0.88	0.80	0.87	0.85	0.80	0.80	0.90
M_7	0.52	0.72	0.62	0.55	0.93	0.90	1	0.98	0.73	0.80	0.92	0.73	0.73	0.83
M_8	0.50	0.70	0.60	0.53	0.92	0.88	0.98	1	0.72	0.78	0.90	0.72	0.72	0.82
M_9	0.78	0.88	0.85	0.82	0.80	0.80	0.73	0.72	1	0.93	0.82	1.00	1.00	0.90
M_{10}	0.72	0.85	0.82	0.75	0.87	0.87	0.80	0.78	0.93	1	0.85	0.93	0.93	0.97
M_{11}	0.60	0.70	0.67	0.63	0.88	0.85	0.92	0.90	0.82	0.85	1	0.82	0.82	0.85
M_{12}	0.78	0.88	0.85	0.82	0.80	0.80	0.73	0.72	1.00	0.93	0.82	1	1.00	0.90
M_{13}	0.78	0.88	0.85	0.82	0.80	0.80	0.73	0.72	1.00	0.93	0.82	1.00	1	0.90
M_{14}	0.68	0.85	0.78	0.72	0.90	0.90	0.83	0.82	0.90	0.97	0.85	0.90	0.90	1

Table 6: Similarity matrix

Then, we establish a minimum level of homogeneity which markets must have in order to be considered a region. We establish in this case a level of demand $\alpha = 90\%$, so:

$$\text{If } S(M_1, M_2) \geq \alpha \rightarrow 1$$

$$\text{If } S(M_1, M_2) < \alpha \rightarrow 0$$

We obtain then the Boolean matrix in Table 7:

	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}	M_{11}	M_{12}	M_{13}	M_{14}
M_1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_4	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M_5	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
M_6	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
M_7	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
M_8	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
M_9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
M_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
M_{11}	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
M_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
M_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
M_{14}	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1

Table 7: Boolean matrix

Once we have the zeroes and ones matrix, we use it to obtain the combinations of the most similar regions. As we can see, in this case we operate with the whole matrix even though it is symmetric, since it is necessary to take both sides of the diagonal into account for the development of the algorithm.

Like in the product association, groups are not discrete, so we may find more than one Autonomous Communities in more than one group. In order to meet this aspect, this analysis has opted for redefining optimal regions as follows:

- 1) Galicia – Cantabria – ENR (Euskadi, Navarra y La Rioja).
- 2) Asturias – ~~Cantabria~~.
- 3) Aragón – Cataluña – Baleares.
- 4) ~~Aragón – Cataluña – Murcia~~.
- 5) ~~Aragón – Baleares – Comunidad Valenciana~~.
- 6) ~~Baleares~~ – Comunidad Valenciana – Castilla La Mancha.
- 7) Castilla y León – Comunidad de Madrid – Extremadura – Andalucía – Murcia.

In the end we have just 5 regions:



Figure 1: Map of the final optimal regions

- **Region 1** → Galicia, Cantabria, Euskadi, Navarra y La Rioja.
- **Region 2** → Asturias.
- **Region 3** → Aragón, Cataluña y Baleares.
- **Region 4** → Comunidad Valenciana y Castilla La Mancha.
- **Region 5** → Castilla y León, Comunidad de Madrid, Extremadura, Andalucía y Murcia.

Having made the evaluation, the final resultant configuration could be perfectly applicable since the Autonomous communities which configure Region 1 are the ones consuming the most quantity of chocolate.

Region 3 has great cultural similarities (Balears and Catalunya share the same language, which is also spoken in some parts of Aragón). Moreover, the connections between them, either by land, sea or air are numerous and of a higher quality. And regarding chocolate consumption, their behaviour and habits are quite similar.

Region 4 includes Valencia and Castilla La Mancha because of the little chocolate products consumption. Besides, they are nearby communities and circulation between them is fast.

Region 5, even though it is very wide, is also logical because regions in the south and the centre of Spain are the ones consuming the least quantity of chocolate and therefore the place where the enterprise products would be the least successful.

As for Asturias, Region 2 is the only autonomous community that has not been included in a bigger group. Even though it is geographically very close to Galicia and Cantabria, these regions do not share the same taste for chocolate. Asturias consumes a big quantity of chocolate, but it does not consume other products derivatives of it and cocoa, which does happen in Galicia or Cantabria. For this reason, it is better to treat it as an only, independent region.

Therefore, the map is quite balanced, which would make thing easier for the company when distributing their products in the Spanish territory, not only following administrative relations, but taking into account the behaviour of consumers who, after all, are the ones who will buy the products or not.

5. Conclusions

After studying several models to help the company manage the distribution processes more optimally, it can be said that, thanks to management operative techniques and fuzzy logic, we can obtain results that encourage reliable decision making in the enterprise in the scope of distribution. These are very useful for decision making in order to associate certain products or services given some determined criteria as well as for transport management and commercial management in general. It is essential to establish the degree in which the elements (products or services) must be similar in order to achieve a correct association. The same happens when the association is made to create a specific commercial

configuration; it is very useful for the company to achieve an organisation of the territory in terms of psychographic reasons such as life styles, behaviour, profile, etc. when it comes to deciding which product, where to market it and establishing communication strategies or price.

Distribution process is a vital strategic factor for the company. The methods and models analysed have been useful for obtaining results which help to make decisions in uncertain environments and reduce costs for the enterprise.

References

- Ahi, P.; Searcy, C. (2013). A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 52 (1), 329-341.
- Bilgen, B. (2010). Application of fuzzy mathematical programming approach to the production allocation and distribution supply chain network problem. *Expert Systems with Applications*, 37 (6), 4488-4495.
- Campuzano, F.; Mula, J.; Peidro, D. (2010). Fuzzy estimations and system dynamics for improving supply chains. *Fuzzy Sets and Systems*, 161 (11), 1530-1542.
- Chan, H.K.; He, H.; Wang, W.Y.C. (2012). Green marketing and its impact on supply chain management in industrial markets. *Industrial Marketing Management*, 41 (4), 557-562.
- Chang, C.W.; Chiang, D.M.; Pai, F.Y. (2012). Cooperative strategy in supply chain networks. *Industrial Marketing Management*, 41 (7), 1114-1124.
- Duin, C.W.; Volgenant, A. (2006). Some inverse optimization problems under the Hamming distance. *European Journal of Operational Research*, 170 (3), 887-899.
- Erol, I.; Sencer, S.; Sari, R. (2011). A new fuzzy multi-criteria framework for measuring sustainability performance of a supply chain. *Ecological Economics*, 70 (6), 1088-1100.
- Gil-Aluja, J. (1996). Towards a new paradigm of investment selection in uncertainty. *Fuzzy Sets and Systems*, 84 (2), 187-197.
- Gil-Aluja, J. (1999). Elements for a theory of decision in uncertainty. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gil-Aluja, J.; Gil-Lafuente, A.M.; Merigó, J.M. (2011). Using homogeneous groupings in portfolio management. *Expert Systems with Applications*, 38(9), 10950-10958.

- Green Jr., K.W.; Whitten, D.; Inman, R.A. (2012). Aligning marketing strategies throughout the supply chain to enhance performance. *Industrial Marketing Management*, 41 (6), 1008-1018.
- Hoejmose, S.; Brammer, S.; Millington, A. (2012). "Green" supply chain management: The role of trust and top management in B2B and B2C markets. *Industrial Marketing Management*, 41(4), 609-620.
- Huang, W.; Shi, Y.; Zhang, S.; Zhu, Y. (2006). The communication complexity of the Hamming distance problem. *Information Processing Letters*, 99 (4), 149-153.
- Jüttner, U.; Christopher, M.; Baker, S. (2007). Demand chain management integrating marketing and supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 36 (3), 377-392.
- Kaloxylou, A.; Wolfert, J.; Verwaart, T.; Terol, C.M.; Brewster, C.; Robbemond, R.; Sundmaker, H. (2013). The Use of Future Internet Technologies in the Agriculture and Food Sectors: Integrating the Supply Chain. *Procedia Technology*, 8, 51-60.
- Kaufmann, A.; Gil-Aluja, J. (1986). Introduction to the theory of fuzzy subsets in business management. Ed. Milladoiro, Santiago de Compostela, Spain (in Spanish).
- Kaufmann, A.; Gil-Aluja, J. (1993). Special techniques for the management of experts. Milladoiro, Vigo (In Spanish).
- Kaufmann, A.; Gupta, M.M. (1988), *Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science*, North-Holland, Amsterdam, the Netherlands.
- Kristianto, Y.; Gunasekaran, A.; Helo, P.; Hao, Y. (2014). A model of resilient supply chain network design: A two-stage programming with fuzzy shortest path. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 39-49.
- Liang, T.F. (2011). Application of fuzzy sets to manufacturing/distribution planning decisions in supply chains. *Information Sciences*, 181 (4), 842-854.
- Lin, C.C.; Wu, Y.C. (2013). Optimal pricing for build-to-order supply chain design under price-dependent stochastic demand. *Transportation Research Part B: Methodological*, 56, 31-49.
- Liu, J.; Mantin, B.; Wang, H. (2014). Supply chain coordination with customer returns and refund-dependent demand. *International Journal of Production Economics*, 148, 81-89.
- Martín Cerdeño, V.J. (2007). Consumo de chocolate, cacao y sucedáneos. *Revista Distribución y Consumo*. Universidad de Madrid. Spain.

- Olugu, E.U.; Wong, K.Y. (2012). An expert fuzzy rule-based system for closed-loop supply chain performance assessment in the automotive industry. *Expert Systems with Applications*, 39 (1), 375-384.
- Paksoy, T.; Chang, C.T. (2010). Revised multi-choice goal programming for multi-period, multi-stage inventory controlled supply chain model with popup stores in Guerrilla marketing. *Applied Mathematical Modelling*, 34 (11), 3586-3598.
- Paksoy, T.; Pehlivan, N.Y.; Özceylan, E. (2012). Application of fuzzy optimization to a supply chain network design: A case study of an edible vegetable oils manufacturer. *Applied Mathematical Modelling*, 36 (6), 2762-2776.
- Pishvae, M.S.; Razmi, J. (2012). Environmental supply chain network design using multi-objective fuzzy mathematical programming. *Applied Mathematical Modelling*, 36 (8), 3433-3446.
- Popa, A.; McDowell, J.J. (2010). The effect of Hamming distances in a computational model of selection by consequences. *Behavioural Processes*, 84 (1), 428-434.
- Rajan, A. (2007). Fuzzy point estimation and its application on fuzzy supply chain analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 158 (14), 1571-1587.
- Santesmases, M. (2004). Marketing Conceptos y Estrategias. Ediciones Pirámide, Madrid (In Spanish).
- Trienekens, J.; Wognum, N. (2013). Requirements of supply chain management in differentiating European pork chains. *Meat Science*, 95 (3), 719-726.
- Vinodh, S.; Devadasan, S.R.; Vimal, K.E.K.; Kumar, D. (2013). Design of agile supply chain assessment model and its case study in an Indian automotive components manufacturing organization. *Journal of Manufacturing Systems*, 32 (4), 620-631.
- Wuttke, D.A.; Blome, C.; Henke, M. (2013). Focusing the financial flow of supply chains: An empirical investigation of financial supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 145 (2), 773-789.
- Zhang, Y.; Murphy, P. (2009). Supply-chain considerations in marketing underdeveloped regional destinations: A case study of Chinese tourism to the Goldfields region of Victoria. *Tourism Management*, 30 (2), 278-287.
- Zuoyong, L.; Xinmin, D.; Huijun, Z. (1993). Application of Hamming distance to trophic status evaluation of a lake. *Fuzzy Sets and Systems*, 57 (2), 169-172.

CAPÍTULO 7.

Conclusiones

7.1. Conclusiones generales

La relación que mantenían las Entidades Financieras con sus clientes ha evolucionado a una velocidad de vértigo en los últimos años, debido a la Crisis que generaron a principios del Siglo XXI y que ha traído consecuencias económicas de las que tardaremos muchos años en recuperarnos.

Los objetivos que se planteaban al inicio de la Tesis Doctoral han sido alcanzados a lo largo del transcurso de la misma. El objetivo general consistió en desarrollar nuevas aplicaciones y modelos dentro de la Matemática del Azar y la Incertidumbre.

Respecto los objetivos específicos y cómo se han alcanzado; en primer lugar, se llevó a cabo una profunda revisión de trabajos en la *Web of Science (WOS)*, *Science Direct*, *SCOPUS*, *CARHUS* y otras; los cuales han servido posteriormente para llevar a cabo nuestras aportaciones. En segundo lugar se llevó a cabo una exhaustiva revisión de conceptos dentro de la Matemática Borrosa y la Responsabilidad Social Corporativa y en tercer y último lugar se han realizado diversas aportaciones científicas a nivel nacional e internacional con el objetivo de mostrar su utilidad.

El trabajo realizado está estructurado en 8 Capítulos. En el Capítulo 1, se han presentado los aspectos introductorios de la Investigación realizada; tales como la justificación del tema objeto de estudio, los objetivos generales y específicos, la metodología y la estructura de la misma.

En el Capítulo 2, se ha estudiado y analizado la *Web of Science (WOS)*; para ello se ha prestado especial atención al estado de la cuestión en el ámbito de la matemática del azar y la incertidumbre, los operadores OWA y la Responsabilidad Social Corporativa (RSC). En todos los casos se han buscado los artículos más referenciados y se ha estudiado su evolución temporal.

En el Capítulo 3, se lleva a cabo una revisión de los instrumentos matemáticos en la incertidumbre y por ello se estudian diversos conceptos que serán de vital importancia para el desarrollo de nuestro trabajo como son:

1. Instrumentos para el tratamiento de la incertidumbre
2. La asignación en la teoría de la decisión
3. La teoría de los efectos olvidados
4. La teoría de clanes
5. Los operadores OWA

En el Capítulo 4, se ha realizado una revisión de conceptos dentro del ámbito de la Responsabilidad Social. Siguiendo una secuencia temporal, en primer lugar buscamos los antecedentes que han marcado su devenir; en segundo lugar hacemos especial hincapié en la Publicación del Libro Verde por parte de la Comisión Europea en 2001 y para concluir este punto, hemos analizado su situación a día de hoy.

A continuación, en el Capítulo 5 se presentan las principales aportaciones realizadas en el transcurso de nuestra investigación que han sido los 3 artículos indexados en la *Web of Science (WOS)*. Por orden cronológico de publicación:

- En el punto 1, se presenta el paper publicado en *Universia Business Review*. En el transcurso de nuestro trabajo se observa la falta de valores que muchos gestores en el mundo financiero han tenido. Por dicho motivo, se quiso saber en qué grado compartían empresa y trabajadores sus valores en España. Como resultado de nuestra muestra se concluyó que las empresas comparten con sus miembros diversos valores como la honestidad, la transparencia, la responsabilidad, el respeto a las personas y la igualdad de trato; pero que existen amplias divergencias en cuanto a la calidad y excelencia del trabajo a realizar. También llamó la atención que más de un 30% de los trabajadores encuestados no se identificaban con los valores de su empresa; lo que nos da una idea de las dificultades que tienen éstas para hacer entender y/o transmitir sus valores.
- En el punto 2, se presenta el trabajo publicado en *Kybernetes*. En el transcurso del mismo se estudian los efectos de primera y segunda generación que tienen las empresas que han incorporado la RSC en su planificación estratégica. Mediante la aplicación de la teoría de los Efectos Olvidados se estudia en una muestra de empresas de Catalunya, los efectos que tienen unos sectores respecto a los otros. Las Entidades Financieras que participan en el estudio, se engloban en el sector Servicios y vale la pena destacar que la totalidad de ellas tenían incorporado un Plan de Gestión Medioambiental.
- En el punto 3, se presenta el artículo publicado en la *Technological and Economic Development of Economy*. En este trabajo se presenta la mayor aportación que realizamos a nuestra área de conocimiento puesto que damos a conocer una nueva extensión del Algoritmo Húngaro que realizó Gil-Aluja (1999); ya que se desarrolla mediante la generalización de los operadores OWA distance y OWA inducidos lo que le proporcionará una mayor flexibilidad en los procesos de asignación en la incertidumbre. En el desarrollo del ejemplo ilustrativo, se cuenta con la ayuda de 5 expertos en finanzas que nos dan su opinión valorando diversas características de una serie de productos financieros y se observa como la mayor parte de ellos tiene en cuenta que la inversión que realizan pueda ser Socialmente Responsable.

En el Capítulo 6, se han presentado otras publicaciones relevantes que se han conseguido hacer durante la realización de nuestra Tesis Doctoral. Con la finalidad de poner en contexto nuestra investigación la hemos clasificado en 4 bloques:

1. Artículos indexados en la WOS como Proceedings Paper
2. Artículos indexados en CARHUS
3. Artículos publicados en Congresos
4. Artículos enviados pendientes de publicación

Para finalizar, vale la pena destacar que los trabajos realizados han permitido ampliar el conocimiento de la cuestión y ello nos empuja a seguir investigando con la finalidad de generar nuevas aplicaciones y algoritmos que puedan reducir la incertidumbre a la que se enfrenta el sujeto decisor en el mundo empresarial

7.2. Líneas futuras de investigación

La principal línea de investigación que se desarrollará una vez finalizada la Tesis Doctoral será la de continuar con la publicación de artículos en Congresos Nacionales o Internacionales así como en Revistas Indexadas. Durante la misma se han ido desarrollando los trabajos que hemos presentado, pero todavía quedan diversos artículos en preparación y que en un futuro cercano se irán publicando. La realización de este Trabajo de Investigación no es más que un punto de inicio ya que queda mucho camino por avanzar.

En el transcurso de la Tesis se han estudiado un elevadísimo número de algoritmos y operadores matemáticos y se creó que es posible presentar nuevos conceptos con la finalidad de mejorar las aplicaciones y resultados de la matemática de la incertidumbre. En este sentido ya se está desarrollando una nueva extensión del Algoritmo Branch and Bound dentro de la asignación en la Teoría de la decisión y la finalidad es publicarlo en una Revista Indexada en la *WOS* del primer o segundo cuartil.

También se considerarán realizar nuevas aplicaciones en diferentes ámbitos, prestando especial relevancia a los problemas de gestión empresarial y financiera. Por dicho motivo se analizará la posibilidad de realizar aportaciones en el ámbito del Marketing y la relación con clientes; buscando en todos los casos la reducción de la incertidumbre a la que se enfrenta el sujeto decisor.

Finalmente, vale la pena destacar que a medida que se avanza en la investigación, pueden aparecer nuevas ideas y que supongan nuevas propuestas de trabajos por lo que se supone que las futuras líneas de investigación vayan evolucionando en función de los futuros descubrimientos hechos por el doctorando y por la comunidad científica en general.

CAPÍTULO 8.

Bibliografía

8.1. Referencias Libros e Informes

1. Adell, R. (1996). Opciones y Futuros. *Editorial Pirámide*.
2. Ajuntament de Barcelona (2005). Com gestionar els impagats?. *Departament de Promoció Econòmica*.
3. Ajuntament de Barcelona (2006). Basilea II La nova relació Banca-Empresa. *Departament de Promoció Econòmica*.
4. Ajuntament de Barcelona i PIMEC (2006). La PIME a Barcelona Ciutat.
5. Ángel Vega, J.L. (2009). Responsabilidad social y los principios del desarrollo sostenible como fundamentos teóricos de la información social de la empresa. *ESIC Editorial*. Pozuelo de Alarcón (Madrid).
6. Aragón Correa, J.A. (1998). Empresa y Medio Ambiente. Gestión estratégica de las oportunidades medioambientales. *Comares*. Granada.
7. Arango, J.P. y otros (2004). Estimación de los Requerimientos de Capital por Riesgo de Mercado.
8. Ballarin, A. (2005). Control de Riesgo de Crédito: Una variable a considerar. Editado por *Caixa d'Estalvis i Pensions de Barcelona*.
9. Banco de España (2003). Las técnicas de modelización de riesgos: Análisis y aplicación a efectos supervisores.
10. Banco de la República de Colombia (2005). Medidas de riesgo, características y técnicas de medición: Una aplicación del VAR a la tasa Interbancaria de Colombia. Colombia.
11. Beliakov, G.; Pradera, A.; Calvo, T. (2007). Aggregation functions: A guide for practitioners. *Springer-Verlag*, Berlin.
12. Blanchard, K.; O'Connor, M. (1997). Managing by values. *Berrett-Koehler publishers*, San Francisco.
13. Bustince, H.; Herrera, F. (2008). Fuzzy Sets and their extensions: Representation, aggregation and models. *Springer Verlag Berlin*.
14. Butnariu, D.; Klement, E.P. (1993). Triangular Norm Based Measures and Games with Fuzzy Coalitions, *Kluwer Academic Publishers*, Dordrech.
15. Casanovas Ramon, M. (1977). Teoría Random Walk y su contrastación en el mercado bursátil español, *Ed. Colegio Agentes de Cambio y Bolsa*, Barcelona.
16. Casanovas Ramon, M. (1999). Opciones financieras, 5ª Ed.. *Editorial Pirámide*, Madrid.
17. Clements, R.B. (1997). Guía completa de las Normas ISO 14000. *Gestión 2000*. Barcelona.
18. Comisión Europea para el Parlamento Europeo, el Consejo, el Comité Económico y Social Europeo y el Comité de las Regiones (2011). *Una renovada estrategia de la Unión Europea 2011-2014 para la RSC*.

19. Comisión Europea (2011). *DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO por la que se modifican la Directiva 2004/109/CE, sobre la armonización de los requisitos de transparencia relativos a la información sobre los emisores cuyos valores se admiten a negociación en un mercado regulado, y la Directiva 2007/14/CE de la Comisión.* (COM 2011/683).
20. Comisión Europea (2012). *DECISIÓN DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa al Programa General de Medio Ambiente de la Unión hasta 2020 «Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta».* (COM 2012/710).
21. Comisión Europea Libro Verde (2001). *Fomentar un marco europeo para la responsabilidad social de las empresas.* (COM 2001 / 336).
22. Comisión on Sustainable Development (2001). Indicators for Sustainable Development. Guidelines and methodologies. *United Nations Division for Sustainable Development.* New York.
23. Conesa Fernández, V. (1997). Instrumentos de la gestión ambiental de la empresa. *Mundi-Prensa.* Madrid.
24. Coopers and Lybrand, INIMA. Libro Blanco de la Gestión Ambiental en la Industria Española. *Ediciones Mundi-Prensa.* Barcelona. 1998
25. EMAS (2006). Commission Recommendation on environmental performance indicators (2006). *Diario Oficial de la Unión Europea.*
26. Ernst & Young (2006). Basilea II beneficiará a las entidades financieras con mejores sistemas para la gestión de riesgos. *Nota de Prensa.*
27. Ernst & Young (2006). Los tesoreros de las grandes empresas asumen progresivamente nuevas responsabilidades más cercanas al negocio. *Nota de Prensa.*
28. Estudios de Economía. Vol.28 – N°2, Diciembre 2001. Pags. 217-247.
29. European Commission (1999). Towards environmental pressure indicator for the European Union. *Them 8: Environmental and Energy Collection.* Panorama of the EU.
30. European Commission (2002). Corporate social responsibility: a business contribution to sustainable development. *Directorate for Employment and Social Affairs, Unit D.I.*
31. European Commission (2004). ABC of the main instruments of corporate social responsibility.
32. European Commission (2011). *DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the annual financial statements consolidated financial statements and related reports of certain types of undertakings.* (COM 2011/684).
33. European Environment Agency (1998). Environmental Management Tools for SMEs. *Centre for Corporate Environmental Management (CCEM).*
34. Fernández García, R. (2009). Responsabilidad social corporativa. *Editorial Club Universitario.* San Vicente (Alicante).

35. Figueira, J.; Greco, S.; Ehgott, M. (2005). Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys. *Springer*, Boston.
36. Forética (2008). Informe Forética 2008. Evolución de la responsabilidad Social de las Empresas en España. *Foro para la Evaluación de la Gestión Ética*, Madrid.
37. Forética (2011). Informe Forética 2011. Evolución de la responsabilidad Social de las Empresas en España. *Foro para la Evaluación de la Gestión Ética*, Madrid.
38. Frederick, W.C. (2006). Corporation, Be Good! The Story of Corporate Social Responsibility. *Indianapolis: Dog Ear*.
39. Fundación Ecología y Desarrollo (2008). Carbon Disclosure Project 2008.
40. Fundación Entorno (2007). Informe 2007 de la Gestión Medioambiental en la Empresa Española.
41. Fundación Entorno (2011). Informe 2010 I+D+i y cambio climático. La aportación de la empresa española.
42. Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente (2009). Informe 2009 de la Gestión Medioambiental en la Empresa Española, Madrid.
43. García, S.; Dolan, S. (1997). Dirección por Valores. *McGraw Hill*, Madrid.
44. Generalitat de Catalunya (2007). Guía d'impuls a la Responsabilitat Social Empresarial. *Col. Manuales de ecogestión. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient*. Barcelona.
45. Generalitat de Catalunya (2008). Guía práctica para la implantación de un sistema de gestión ambiental. *Col. Manuales de ecogestión. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient*. Barcelona.
46. Gento, A.; Lazzary, L.; Machado, E. (2001). Reflexiones acerca de las matrices de incidencia y la recuperación de efectos olvidados. *Cuadernos del CIMBAGE* 4, 49-27.
47. Gil-Aluja, J. (1997). The interactive management of the human resources in uncertainty, *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, Boston, London, pages 170-173.
48. Gil-Aluja, J. (1999). Elements for a Theory of Decisión in Uncertainty, *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, Boston, London, pages 247-263.
49. Gil-Aluja, J. (1999). Investment in uncertainty, *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, Boston, London, pages 235-250.
50. Gil-Aluja, J. (2004). Fuzzy sets in the management of uncertainty. *Ed. Springer-Verlag*, Berlin Heidelberg.
51. Gil-Aluja, J.; Gil Lafuente, A.M. (2007). Algoritmos para el tratamiento de fenómenos económicos complejos, *Ramón Areces*, Madrid, pages 186-187.
52. Gil-Lafuente, A.M. (2001). Nuevas estrategias para el análisis financiero en la empresa. *Ediciones Ariel*, Barcelona.

53. Gil-Lafuente, A.M. (2005). Fuzzy Logic in financial analysis. *Ed. Springer-Verlag*, Berlin Heidelberg.
54. Gil-Lafuente, J. (1997). Marketing para el nuevo milenio. *Ediciones Pirámide*, Madrid.
55. Gil-Lafuente, J. (2002). Algoritmos para la excelencia. Claves para el éxito en la gestión deportiva, *Editorial Milladoiro*, Vigo, pages 314-328.
56. Global Compact (2000) última revisión 2005. ONU (Organización de las Naciones Unidas).
57. Global Reporting Initiative (2006). Guía para la elaboración de Informes de Sostenibilidad.
58. Hair, D.F.; Anderson, R.E.; Tatham, R.L.; Black, W.C. (1998). Multivariate Data Analysis”, *Practice Hall*, New Jersey.
59. Han, J.; Kamber, M. (2001). Data Mining – Concepts and Techniques. *Morgan Kauffmann Publishers*, San Francisco.
60. ISO 14031. International Organization for Standardization (1999). Environmental management- Environmental performance evaluation- Guidelines.
61. J.P. Morgan - RISKMETRICS TECHNICAL DOCUMENT (1995). *Morgan guaranty Trust Company*, Market Research. Third Edition.
62. Jorion, P. (1997). Value-at-Risk: The new benchmark for controlling market risk. *Ed. Irwin Professional Publishing*.
63. Kaufmann, A. (1975). Introduction to the theory of fuzzy subsets. *Academic Press*, New York.
64. Kaufmann, A.; Gil Aluja, J. (1987). Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre. *Editorial Hispano Europea*, Barcelona.
65. Kaufmann, A.; Gil Aluja, J. (1988). Modelos para la investigación de efectos olvidados. *Ed. Milladoiro*, Santiago de Compostela (España).
66. Kaufmann, A.; Gil Aluja, J. (1990). Las matemáticas del azar y de la incertidumbre. *Editorial Ceura*, Madrid.
67. Kaufmann, A.; Gil-Aluja, J. (1986). Introduction to the theory of fuzzy subsets in business management. *Ed. Milladoiro*, Santiago de Compostela, Spain (in Spanish).
68. Kaufmann, A.; Gil-Aluja, J. (1987). Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre. *Editorial Hispano Europea*, Barcelona, Spain.
69. Kaufmann, A.; Gil-Aluja, J. (1990). *Las matemáticas del azar y de la incertidumbre*. *Editorial Ceura*, Madrid, Spain.
70. Kaufmann, A.; Gil-Aluja, J. (1993). Special techniques for the management of experts. *Milladoiro*, Vigo (In Spanish).

71. Kaufmann, A.; Gupta, M.M. (1988), *Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science*, North-Holland, Amsterdam, the Netherlands.
72. Kotter, J.P.; Heskett, J.L. (1995). *Cultura de Empresa y Rentabilidad*. Ediciones Díaz de Santos, Madrid.
73. Labatut, G. i altres (2005). La utilización de métodos de calificación interna para el cálculo del riesgo de crédito en el marco de Basilea II. R.V.E.H. 13.
74. Lessem, R. (1992). *Gestión de la Cultura Corporativa*. Ediciones Díaz de Santos, Madrid.
75. Machuca, J.A. y otros (1995). *Dirección de Operaciones*. McGraw Hill. Madrid.
76. Mendieta, M. (2007). Los nuevos requisitos de capital para la banca favorecerán los créditos a las pymes. CINCO DIAS, Madrid.
77. Ministerio de Medio Ambiente (1996). *Indicadores Ambientales. Una propuesta para España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
78. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2007). *Información estadística ambiental*. Indicadores Ambientales.
79. Navarro García, F. (2012). *Responsabilidad Social Corporativa: Teoría y práctica*. ESIC Editorial. Pozuelo de Alarcón (Madrid).
80. Observatorio de la Responsabilidad Social Corporativa (2010). *La Responsabilidad Social Corporativa en las memorias anuales de las empresas del IBEX 35- Análisis del ejercicio 2010*.
81. Observatorio de la RSC (2007). *La Responsabilidad Social Corporativa en las memorias anuales de las empresas del IBEX 35*.
82. OCDE (1994). *Environmental Indicators*. OECD. París.
83. OCDE (1998). *Towards Sustainable Development. Environmental Indicators*. OECD. París.
84. OCDE (2005). *El Medio Ambiente y las Líneas Directrices de la OCDE para las Empresas Multinacionales*.
85. Ogalla Segura, F. (2005). *Sistema de Gestión*. Ediciones Díaz de Santos. Madrid.
86. Peters, T.; Waterman, R. (1988). *En busca de la excelencia*. Editorial Folio. Barcelona.
87. Ramírez, P.; Noel, D.; Cabello, M. (1997). *Empresas Competitivas*. McGraw-Hill. México.
88. Redondo, H. (2006). *El compromiso social de las empresas con las ciudades*. Deloitte.
89. Redondo, H., (2005). *RSC. Implicaciones para la empresa y el trabajo del auditor, nombre el análisis de la situación de las empresas españolas con el buen gobierno*. Deloitte-Esade.

90. Relatorio d estabilidade Financiera (2002). Metodología RISKMETRICS para Calcular Valor em Risco. Brasil.
91. Robbins, S.P. (1999). Comportamiento organizacional: teoría y práctica. *Prentice Hall*. México.
92. Robbins, S.P.; Coulter, M. (2005). Administración. *Pearson Educación*, México.
93. Rodriguez M.A.; Ricard J.E. (1998). Dirección Medioambiental de la Empresa. Gestión estratégica del reto medioambiental: conceptos, ideas y herramientas. *Gestión 2000*. Barcelona.
94. Rokeach, M. (1973). The nature of human values. *The Free Press*.New York.
95. Santesmases, M. (2004). Marketing Conceptos y Estrategias. *Ediciones Pirámide*, Madrid (In Spanish).
96. Sociedad Publica de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco (1999). Indicadores medioambientales para la empresa. *IHOBE*. Bilbao.
97. Soley, J. (2004). La valoración crediticia de las empresas a la luz de Basilea II, Madrid.
98. Soley, J. (2006). La empresa en la encrucijada de las NIIF's/NIC's. *IESE Business School*, Universidad de Navarra.
99. Soto, E.; Sauquet, A. (2006). Gestión y conocimiento en organizaciones que aprenden. *Thomson*, México.
100. Tijs, S.; Branzei, R. (2002). Fuzzy clan games and bi-monotonic allocation rules, *Tokyo Institute of Technology*, Japan.
101. Vogel, D. (2005). The Market for Virtue: The Potential and Limits of Corporate Social responsibility. *Washington: Brooking Institution Press*.
102. WBCSB (World Business Council Sustainable Development) (2007). Informe Anual.
103. Yager, R.R.; Kacprzyk, J. (1997). The ordered weighted averaging operators: Theory and Applications. *Kluwer Academic Publishers*, Norwell, MA.
104. Yager, R.R.; Kacprzyk, J.; Beliakov, G. (2011). Recent developments on the ordered weighted averaging operators: Theory and practice. *Springer-Verlag*, Berlin.
105. Zimmermann, H.J. (1996). Fuzzy Set Theory and its Applications. *Kluwer Academic Publishers*. Boston, London, Dordrecht.

8.2. Referencias Revistas

1. Abboushi, S. (1990). The impact of individual variable on the work values of Palestinian Arabs. *International Studies of Management and Organization* 20, 53-68.
2. Ahi, P.; Searcy, C. (2013). A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production* 52(1), 329-341.
3. Aragón Correa, J.A. (1998a). La empresa y el medio ambiente: Un esquema de integración estratégica. *Cuadernos Económicos de Granada* 8, 107-120.
4. Aragón Correa, J.A. (1998b). Strategic proactivity and firm approach to the natural environment. *Academy of Management Journal* 41(5), 556-567.
5. Aragón Correa, J.A., (1998c). La empresa y el medio ambiente: Un esquema de integración estratégica. *Cuadernos Económicos de Granada* 8, 107-120.
6. Araya, S.; Silva, M.; Weber, R. (2004). A methodology for web usage mining and its application to target group identification. *Fuzzy and Sets Systems* 148, 139- 152.
7. Arciniega, L.M.; González, L. (2000). Desarrollo y validación de la escala de valores hacia el trabajo EVAT 30. *Revista de Psicología Social* 15, 281-296.
8. Argandoña, A. (2006). La ética en la economía de las organizaciones: ¿es posible una integración efectiva?. *Actas del 14 th Internacional Symposium on Ethics, Business and Society: Towards a Comprehensive Integration of Ethics into Management: Problem ans Prospects*. Barcelona.
9. Argandoña, A. (2011). La ética y la toma de decisiones en la empresa. *Universia Business Review*, Segundo semestre, 22-31.
10. Atanassov, K. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems* 20(1), 87-96. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114\(86\)80034-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114(86)80034-3)
11. Au, W.H.; Chan, K.C. (2005). Mining changes in association rules: a fuzzy approach. *Fuzzy Sets and Systems* 149, 87-104.
12. Bansal, P.; Roth, K. (2000). Why companies go green: A model of ecological responsiveness. *Academy of Management Journal* 43(4), 717-736.
13. Bañon-Gómis, A.; Guillén-Parra, M.; Ramos-López, N. (2011). La empresa ética y responsable. *Universia Business Review*, Segundo semestre, 32-43.
14. Běhounek, L.; Cintura, P. (2005). Fuzzy class theory. *Fuzzy Sets and Systems* 154, 34-55,
15. Belles-Sampera, J.; Merigó, J. M.; Guillén, M.; Santolino, M. (2013). The connection between distortion risk measures and ordered weighted averaging operators. *Insurance: Mathematics and Economics* 52(2), 411-420. <http://dx.doi.org/10.1016/j.insmatheco.2013.02.008>.

16. Berzal, F.; Blanco, I.; Sanchez, D.; Serrano, J.M.; Vila, M.A. (2005). A definition for fuzzy approximate dependences. *Fuzzy Sets and Systems* 149, 105-129.
17. Bilgen, B. (2010). Application of fuzzy mathematical programming approach to the production allocation and distribution supply chain network problem. *Expert Systems with Applications*, 37 (6), 4488-4495.
18. Bosc, P.; Kraft, D.; Petry, F. (2005). Fuzzy sets in database and information systems: Status and opportunities. *Fuzzy and Sets Systems* 156, 418-426.
19. Box, G.E.P.; Cox, D.R. (1964). An analysis of transformations (with discussion). *Journal R. Statistic* 26, 211-252.
20. Campuzano, F.; Mula, J.; Peidro, D. (2010). Fuzzy estimations and system dynamics for improving supply chains. *Fuzzy Sets and Systems* 161(11), 1530-1542.
21. Canós Darós, L. (2006). La agregación de información para la toma de decisiones en la empresa, *XIV Jornadas de ASEPUMA y II Encuentro Internacional*, Badajoz, Spain.
22. Canós, L.; Liern, V. (2008). Soft computing-based aggregation methods for human resource management. *European Journal of Operational Research* 189 (3), 669–681. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.01.054>.
23. Céspedes-Lorente, J.; Burgos-Jiménez, J.; Álvarez Gil, M.J. (2003). Stakeholders, environmental influence: an empirical analysis in the Spanish hotel industry. *Scandinavian Journal of Management* 19(3), 333-358.
24. Chan, H.K.; He, H.; Wang, W.Y.C. (2012). Green marketing and its impact on supply chain management in industrial markets. *Industrial Marketing Management* 41(4), 557-562.
25. Chang, C.W.; Chiang, D.M.; Pai, F.Y. (2012). Cooperative strategy in supply chain networks. *Industrial Marketing Management* 41(7), 1114-1124.
26. Chatman, J.A. (1991). Matching People and Organizations: Selection and Socialization in Public Accounting Firms. *Administrative Science Quarterly* 36(3), 459-485.
27. Chen, H. Y.; Zhou, L. G. (2011). An approach to group decision making with interval fuzzy preference relations based on induced generalized continuous ordered weighted averaging operator. *Expert Systems with Applications* 38(10), 13432–13440. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2011.04.175>.
28. Cheng, C. H.; Wang, J. W.; Wu, M. C. (2009). OWA-weighted based clustering method for classification problem. *Expert Systems with Applications* 36(3), 4988–4995. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2008.06.013>.
29. Crespo, F.; Weber, R. (2005). A methodology for dynamic data mining based on fuzzy clustering. *Fuzzy Sets and Systems* 150, 267-284.
30. Dahlgaard, J.J.; Kristensen, K.; Kanji, G.K. (1995). Total quality management and education. *Total Quality Management* 6 (5-6), 445-455.

31. De Luca, A.; Termini, S. (1972). A definition of a nonprobabilistic entropy in the setting on fuzzy sets theory. *Information and Control* 20(4), 301–312. [http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958\(72\)90199-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0019-9958(72)90199-4).
32. Diniz, C.A.R.; Louzada-Neto, F. (2000). Data Mining: uma introdução. *XIV SINAPE – Associação Brasileira de Estatística (ABE)*, Brasil.
33. Dong, Y.; Xu, Y.; Li, H.; Feng, B. (2010). The OWA-based consensus operator under linguistic representation models using position indexes. *European Journal of Operational Research* 203(2): 455–463. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2009.08.013>.
34. Dubois, D.; Prade, H. (1995). Fuzzy Relation Equations and Causal Reasoning. *Fuzzy Sets and Systems* 75, 119-134.
35. Duin, C.W.; Volgenant, A. (2006). Some inverse optimization problems under the Hamming distance. *European Journal of Operational Research* 170 (3), 887-899.
36. Erol, I.; Sencer, S.; Sari, R. (2011). A new fuzzy multi-criteria framework for measuring sustainability performance of a supply chain. *Ecological Economics* 70 (6), 1088-1100.
37. Fernandez, D.X.; Riboldi, J. (2001). MKDD: data mining no contexto de estatística e gerenciamento. *Anais do IX SEAGRO*, Brasil, 593- 597.
38. Fodor, J.; Marichal, J. L.; Roubens, M. (1995). Characterization of the ordered weighted averaging operators. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 3(2): 236-240. <http://dx.doi.org/10.1109/91.388176>.
39. García González, A. (2007). Estructura organizativa de la empresa española ante el reto medioambiental. *XIX Congreso anual y XV Congreso Hispano Francés de AEDEM, Vol. 1* (Ponencias), pág. 31.
40. Gil-Aluja, J. (1996). Towards a new paradigm of investment selection in uncertainty. *Fuzzy Sets and Systems* 84(2), 187-197.
41. Gil-Aluja, J.; Gil-Lafuente, A.M.; Merigó, J.M. (2011). Using homogeneous groupings in portfolio management. *Expert Systems with Applications* 38(9), 10950-10958.
42. Gil-Lafuente, A.M.; Vizuete-Luciano, E.; Boria, S. (2010). A Tool for Objectives Definition in the MKDD Methodology for Data Mining Studies. *World Scientific Proceedings Series in Computer Engineering and Information Science* 3, 49-57.
43. Gil-Lafuente, A.M.; Vizuete-Luciano, E.; García, A.; Boria, S. (2009). El desempeño medioambiental en los indicadores de la RSC. *Proceedings of the 3rd. ACCID Conference*, Barcelona.
44. Gil-Lafuente, A.M.; Vizuete-Luciano, E.; García-González, A.; Boria-Reverter, S. (2013). Forgotten effects of corporate social and environmental responsibility: A case study of Catalanian economy. *Kybernetes* 42(5), 736–753. <http://dx.doi.org/10.1108/K-04-2013-0065>.

45. Goldberger, J.; Tassa, T. (2008). A hierarchical clustering algorithm based on the Hungarian method. *Pattern Recognition Letters* 29(11): 1632–1638. <http://dx.doi.org/10.1016/j.patrec.2008.04.003>.
46. Green Jr., K.W.; Whitten, D.; Inman, R.A. (2012). Aligning marketing strategies throughout the supply chain to enhance performance. *Industrial Marketing Management* 41(6), 1008-1018.
47. Han, Z.; Liu, P.D. (2011). A fuzzy multi-attribute decision-making method under risk with unknown attribute weights. *Technological and Economic Development of Economy* 17(2), 246–258. <http://dx.doi.org/10.3846/20294913.2011.580575>.
48. Hoejmose, S.; Brammer, S.; Millington, A. (2012). “Green” supply chain management: The role of trust and top management in B2B and B2C markets. *Industrial Marketing Management* 41(4), 609-620.
49. Hong, T.P.; Lin, K.Y.; Wang, S.L. (2003). Fuzzy data mining for interesting generalized association rules. *Fuzzy Sets and Systems* 138, 255-269.
50. Huang, W.; Shi, Y.; Zhang, S.; Zhu, Y. (2006). The communication complexity of the Hamming distance problem. *Information Processing Letters* 99(4), 149-153.
51. Jüttner, U.; Christopher, M.; Baker, S. (2007). Demand chain management integrating marketing and supply chain management. *Industrial Marketing Management* 36(3), 377-392.
52. Kang, I.; Jeon, S.; Lee, S.; Lee, C.K. (2005). Investigating Structural Relations Affecting the Effectiveness of Service Management. *Tourism Management* 26(3), 301-310.
53. Kao, C.; Liu, S.T. (2001). Fractional programming approach to fuzzy weighted average. *Fuzzy Sets and Systems* 120, 435-444.
54. Karayiannis, N. (2000). Soft learning vector quantization and clustering algorithms based on ordered weighted aggregation operators. *IEEE Transactions on Neural Networks* 11(5), 1093–1105. [http:// dx.doi.org /10.1109/72.870042](http://dx.doi.org/10.1109/72.870042).
55. Kristianto, Y.; Gunasekaran, A.; Helo, P.; Hao, Y. (2014). A model of resilient supply chain network design: A two-stage programming with fuzzy shortest path. *Expert Systems with Applications* 41(1), 39-49.
56. Kuhn, H.W. (1955). The Hungarian method for the assignment problem. *Naval Research Logistics Quarterly* 2(1-2), 83–97.
57. Kuhn, H.W. (2012). A tale of three eras: The discovery and rediscovery of the Hungarian method. *European Journal of Operational Research* 219(3), 641–651. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2011.11.008>.
58. Labatut, G. i altres (2006). El riesgo de crédito en el marco de Basilea II y las NIIF. *V Jornadas de Contabilidad de ASEPUC*, Madrid.

59. Labatut, G. i altres (2006). La predicció del fracaso empresarial en las pymes: un factor clave en el nuevo contexto financiero internacional. *R.V.E.H.* 14.
60. Lawler, E.L.; Wood, D.E. (1966). Branch-and-Bound Methods: A survey. *Operations Research* 14(4), 699–719. <http://dx.doi.org/10.1287/opre.14.4.699>.
61. Liang, T.F. (2011). Application of fuzzy sets to manufacturing/distribution planning decisions in supply chains. *Information Sciences* 181 (4), 842-854.
62. Lin, C.C.; Wu, Y.C. (2013). Optimal pricing for build-to-order supply chain design under price-dependent stochastic demand. *Transportation Research Part B: Methodological* 56, 31-49.
63. Liu, J.; Mantin, B.; Wang, H. (2014). Supply chain coordination with customer returns and refund-dependent demand. *International Journal of Production Economics* 148, 81-89.
64. Lord, S. (2006). Shared values mean shared success. *NZ Business* 20(4), 65.
65. Louis, M.R. (1980). Surprise and sense-making: what newcomers experience in entering unfamiliar organizational setting. *Administrative Science Quarterly* 25, 226-251.
66. Luo, W; Bhattacharya, C.B. (2006). Corporate Social Responsibility, Customer Satisfaction and Market Value. *Journal of Marketing* 70 (4), 1-14.
67. Lynes, J.K.; Andrachuk, M. (2008). Motivations for corporate social and environmental responsibility: A case study of Scandinavian Airlines, *Journal of International Management* 14, 377-390.
68. Maignan, I.; Ferrell, O.C. (2004). Corporate social responsibility and marketing: An integrative framework. *Academy of Marketing Science Journal* 32(1), 3–19.
69. Martín Cerdeño, V.J. (2007). Consumo de chocolate, cacao y sucedáneos. *Revista Distribución y Consumo. Universidad de Madrid. Spain.*
70. McDonald, P.; Gandz, J. (1992). Getting Value from Shared Values. *Organizational Dynamics* 21(3), 64-76.
71. Merigó, J.M. (2013). The probabilistic weighted averaging distance and its application in group decision making. *Kybernetes* 42(5), 686–697. <http://dx.doi.org/10.1108/K-06-2013-0107>.
72. Merigó, J.M.; Casanovas, M. (2011a). Decision making with distance measures and induced aggregation operators. *Computers & Industrial Engineering* 60(1), 66-76. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2010.09.017>.
73. Merigó, J.M.; Casanovas, M. (2011b). Induced aggregation operators in the Euclidean distance and its application in financial decision making. *Expert Systems with Applications* 38(6), 7603–7608. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2010.12.103>.

74. Merigó, J.M.; Casanovas, M. (2011c). A new Minkowski distance based on induced aggregation operators. *International Journal of Computational Intelligence Systems* 4(2), 123–133. <http://dx.doi.org/10.1080/18756891.2011.9727769>.
75. Merigó, J.M.; Gil-Lafuente, A.M. (2009). The induced generalized OWA operator. *Information Sciences* 179(6), 729–741. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2008.11.013>.
76. Merigó, J.M.; Gil-Lafuente, A.M. (2010). New decision making techniques and their application in the selection of financial products. *Information Sciences* 180(11), 2085–2094. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2010.01.028>.
77. Merigó, J.M.; Gil-Lafuente, A.M. (2011). OWA operators in human resource management. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research* 45(2), 153–168.
78. Merigó, J.M.; Gil-Lafuente, A.M.; Gil-Aluja, J. (2011a). Decision making with the induced generalized adequacy coefficient. *Applied and Computational Mathematics* 10(2), 321–339.
79. Merigó, J.M.; Gil-Lafuente, A.M.; Gil-Aluja, J. (2011b). A new aggregation method for strategic decision making and its application in assignment theory. *African Journal of Business Management* 5(11), 4033–4043.
80. Merigó, J.M.; Wei, G.W. (2011). Probabilistic aggregation operators and their application in uncertain multi-person decision making. *Technological and Economic Development of Economy* 17(2), 335–351. <http://dx.doi.org/10.3846/20294913.2011.584961>.
81. Merigó, J.M.; Xu, Y.J.; Zeng, S.Z. (2013). Group decision making with distance measures and probabilistic information. *Knowledge-Based Systems* 40(1), 81–87. <http://dx.doi.org/10.1016/j.knosys.2012.11.014>.
82. Merigó, J.M.; Yager, R.R. (2013). Generalized moving averages, distance measures and OWA operators. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems* 21(4), 533–559. <http://dx.doi.org/10.1142/S0218488513500268>.
83. Miles, M.P.; Munilla, L.S.; McClurg, T. (1999). The impact of ISO 14000 environmental management standards on small and medium sized enterprises. *Journal of Quality Management* 4(1), 111–122.
84. Olugu, E.U.; Wong, K.Y. (2012). An expert fuzzy rule-based system for closed-loop supply chain performance assessment in the automotive industry. *Expert Systems with Applications* 39(1), 375–384.
85. Paksoy, T.; Chang, C.T. (2010). Revised multi-choice goal programming for multi-period, multi-stage inventory controlled supply chain model with popup stores in Guerrilla marketing. *Applied Mathematical Modelling* 34 (11), 3586–3598.

86. Paksoy, T.; Pehlivan, N.Y.; Özceylan, E. (2012). Application of fuzzy optimization to a supply chain network design: A case study of an edible vegetable oils manufacturer. *Applied Mathematical Modelling* 36 (6), 2762-2776.
87. Petry, F.E.; Zhao, L. (2009). Data mining by attribute generalization with fuzzy hierarchies in fuzzy databases. *Fuzzy Sets and Systems* 160, 2206-2223.
88. Pishvae, M.S.; Razmi, J. (2012). Environmental supply chain network design using multi-objective fuzzy mathematical programming. *Applied Mathematical Modelling* 36 (8), 3433-3446.
89. Popa, A.; McDowell, J.J. (2010). The effect of Hamming distances in a computational model of selection by consequences. *Behavioural Processes* 84 (1), 428-434.
90. Porter, M.; Kramer, M.R. (2002). The Competitive Advantage of Corporate Philanthropy. *Harvard Business Review* 80(1-2), 57-68.
91. Porter, M.; Kramer, M.R. (2006). Strategy and society: the link between competitive advantage and corporate social responsibility. *Harvard Business Review* 84(12), 78-92.
92. Rajan, A. (2007). Fuzzy point estimation and its application on fuzzy supply chain analysis. *Fuzzy Sets and Systems* 158 (14), 1571-1587.
93. Simpson, K. (1985). Is Satisfaction or Dissatisfaction Reported by RNs. *Nursing Administration Quarterly* 9(3), 64-73.
94. Simson, J.R. (1992). High performance digital music synthesizer. *IEEE Trans. on Consum. Electron* 38(2), 85-90.
95. Srivastava, R.; Cooley, M.; Deshpande, P. (2000). Web usage mining: discovery and applications of usage patterns from web data. *SIGKDD Explorations* 2, 12-23.
96. Szmidt, E.; Kacprzyk, J. (2000). Distances between intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems* 114(3), 505-518. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114\(98\)00244-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00244-9).
97. Trienekens, J.; Wognum, N. (2013). Requirements of supply chain management in differentiating European pork chains. *Meat Science* 95 (3), 719-726.
98. Vasantha Kandasamy, W.B. (2007). Elementary Fuzzy Matrix Theory and Fuzzy Models for Social Scientists. *Indian space research*, 72-90. USA.
99. Vinodh, S.; Devadasan, S.R.; Vimal, K.E.K.; Kumar, D. (2013). Design of agile supply chain assessment model and its case study in an Indian automotive components manufacturing organization. *Journal of Manufacturing Systems* 32 (4), 620-631.
100. Vizuete-Luciano, E.; Gil-Lafuente, A.M. (2008). Subjective Preferences in Financial Products. *Proceedings of ICEIS Congress*, Barcelona.

101. Wei, G.W.; Zhao, X.; Lin, R. (2010). Some induced aggregating operators with fuzzy number intuitionistic fuzzy information and their applications to group decision making. *International Journal of Computational Intelligence Systems* 3(1), 84–95. <http://dx.doi.org/10.1080/18756891.2010.9727679>.
102. Wei, G.W.; Zhao, X.; Wang, H. (2012). An approach to multiple attribute group decision making with interval intuitionistic trapezoidal fuzzy information. *Technological and Economic Development of Economy* 18(2), 317–330. <http://dx.doi.org/10.3846/20294913.2012.676995>.
103. Wuttke, D.A.; Blome, C.; Henke, M. (2013). Focusing the financial flow of supply chains: An empirical investigation of financial supply chain management. *International Journal of Production Economics* 145(2), 773-789.
104. Xu, Z.S.; Chen, J. (2008a). Ordered weighted distance measure. *Journal Systems Sciences Systems Engineering* 17(4): 432–445. <http://dx.doi.org/10.1007/s11518-008-5084-8>.
105. Xu, Z.S.; Chen, J. (2008b). Some models for deriving the priority weights form interval fuzzy preference relations. *European Journal of Operational Research* 184(1), 266–280. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.11.011>.
106. Xu, Z.S.; Da, Q.L. (2003). An overview of operators for aggregating information, *International Journal of Intelligent Systems* 18(9), 953–969. <http://dx.doi.org/10.1002/int.10127>.
107. Xu, Z.S; Xia, M. (2011). Induced generalized intuitionistic fuzzy operators. *Knowledge-Based Systems* 24(2), 197–209. <http://dx.doi.org/10.1016/j.knosys.2010.04.010>.
108. Yager, R.R. (1988). On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 18(1), 183–190. <http://dx.doi.org/10.1109/21.87068>.
109. Yager, R.R. (1993). Families of OWA operators. *Fuzzy Sets and Systems* 59(2), 125–148. [http://dx.doi.org/10.1016/0165-0114\(93\)90194-M](http://dx.doi.org/10.1016/0165-0114(93)90194-M).
110. Yager, R.R. (2002). Heavy OWA operators. *Fuzzy Optimization and Decision Making* 1(4), 379–397. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1020959313432>.
111. Yager, R.R. (2003). Induced aggregation operators. *Fuzzy Sets and Systems* 137(1), 59–69. [http://dx.doi.org/S0165-0114\(02\)00432-3](http://dx.doi.org/S0165-0114(02)00432-3).
112. Yager, R.R.; Filev, D.P. (1999). Induced ordered weighted averaging operators. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics B* 29(2), 141–150. <http://dx.doi.org/10.1109/3477.752789>.
113. Zadeh, L. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control* 8, 338-353.
114. Zadeh, L. (1968). Probability measures of fuzzy events. *Journal Math. Anal. Applied* 23, 421-427.
115. Zadeh, L. (1971). Similarity Relations and Fuzzy Orderings. *Information Sciences* 3, 177-200.

116. Zeng, S.Z.; Merigó, J.M.; Su, W.H. (2013). The uncertain probabilistic OWA distance operator and its application in group decision making. *Applied Mathematical Modelling* 37(9): 6266–6275. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2013.01.022>.
117. Zeng, S.Z.; Su, W. (2011). Intuitionistic fuzzy ordered weighted distance operator. *Knowledge-Based Systems* 24(8): 1224–1232. <http://dx.doi.org/10.1016/j.knosys.2011.05.013>.
118. Zhang, Y.; Murphy, P. (2009). Supply-chain considerations in marketing underdeveloped regional destinations: A case study of Chinese tourism to the Goldfields region of Victoria. *Tourism Management* 30(2), 278-287.
119. Zuoyong, L.; Xinmin, D.; Huijun, Z. (1993). Application of Hamming distance to trophic status evaluation of a lake. *Fuzzy Sets and Systems* 57 (2), 169-172.