

<b>Recibido</b>	<b>Selección de Carteras de Fondos de Inversión Socialmente Responsables mediante Programación por Metas con Tecnología Difusa.</b>
<i>20/10/2009</i>	
<b>Revisado</b>	
<b>9/11/2009</b>	
<b>Aceptado</b>	
<b>15/11/2009</b>	
	<b>Bilbao-Terol Amelia<sup>1</sup></b> <b>Arenas-Parra M.Mar<sup>1</sup></b> <b>Rodríguez-Uría M.Victoria<sup>1</sup></b> <b>Cañal Fernández Verónica<sup>2</sup></b> <i><sup>1</sup>Departamento de Economía Cuantitativa</i> <i><sup>2</sup>Departamento de Economía Aplicada</i> <i>Universidad de Oviedo</i>

## RESUMEN

En este trabajo se presentan modelos de selección de carteras, que consideran no sólo los objetivos convencionales de optimización financiera: maximizar la riqueza al final del periodo de inversión, maximizar los beneficios netos, maximizar la riqueza relativa, etc. sino también otros objetivos asociados a los efectos sobre la sociedad de las empresas emisoras de los activos, denominados genéricamente de “responsabilidad social”.

La expresión “Inversión Socialmente Responsable” (ISR) describe un proceso de inversión que incorpora en todas sus etapas (búsqueda, selección y seguimiento) consideraciones medio-ambientales, sociales, éticas y de gobierno corporativo de las empresas; el principal instrumento de la ISR en todos los países y, particularmente en España, son los denominados Fondos de Inversión Socialmente Responsables o Éticos.

El carácter multicriterio de la selección de carteras, así como la imprecisión y vaguedad asociada a las consideraciones de responsabilidad social, nos llevan a trabajar con técnicas de programación multicriterio difusa. En el modelo de Programación Multicriterio Difusa que proponemos, los criterios financieros se han evaluado mediante el Valor Esperado Final (VEF) y el Valor en Riesgo Condicionado (CVaR) que se han incorporado, junto con los de responsabilidad social de la cartera, a un problema de Programación por Metas. La metodología propuesta se ha aplicado al caso español.

**Palabras claves:** Programación por metas; Fondos; Selección de Carteras; Inversión Socialmente Responsable; Fondos Socialmente Responsables.

## **ABSTRACT**

In this study a portfolio optimization framework has been developed, taking into account not only conventional financial objectives: maximize the wealth at the end of inversion period, maximize the net profits, or the maximize relative wealth, etc. but also additional ones known as “socially responsible”, associated to the effects of issuer companies over the Society.

The term “Socially Responsible Investment” (SRI) describes the investment process which considers environmental, social, and ethical or governance features of portfolio components. The classical portfolio selection process stands into the usual fundamental investment selection and management process, but a problem arises in considering these types of criteria: how to measure the social responsibility attractiveness of individual mutual funds for each investor.

The multidimensional nature of the portfolio selection problem and imprecision on ethical considerations lead us to work with techniques of Fuzzy Multiple Criteria Decision Making (MCDM) and the evaluation of financial criteria have handled using the expected return and Conditional Value-at-Risk (CVaR). All the financial and ethical criteria are incorporated into a Goal Programming model.

**KEY WORDS:** Goal programming, Portfolio Selection, Social Responsible Investment, Social Responsible Investment Mutual Funds.

## **Agradecimientos**

Las autoras quieren agradecer los comentarios y sugerencias de los dos referees anónimos que han revisado este trabajo.

Esta investigación ha sido financiada con el proyecto MTM2007-67634 del Plan Nacional de I+D+I.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En este trabajo se presentan modelos de selección de carteras de fondos socialmente responsables, selección que entendemos consta de un conjunto de tareas cuya finalidad es diseñar la cartera más adecuada para un inversor que desea contemplar, además de los criterios tradicionales de riesgo y rentabilidad, otros de índole social, medio-ambiental y/o éticos para seleccionar el destino final de su inversión. Esta forma de seleccionar los elementos de una cartera de inversión se denomina proceso de “Inversión Socialmente Responsable” (ISR), e incluye en la búsqueda, selección y seguimiento de una cartera una o más de las siguientes estrategias: exclusión de las empresas o sectores “dañinos” para la sociedad (filtrado negativo), inclusión de industrias sostenibles y/o inversión en las empresas más sostenibles de cada sector (filtrado positivo), comunicación e interacción con las empresas sobre sus actuaciones medio-ambientales, sociales o de gobierno corporativo mediante el ejercicio de los derechos políticos inherentes a la propiedad de las empresas.

Los Fondos de Inversión Socialmente Responsables (FISR), conocidos también como fondos éticos, son Instituciones de Inversión Colectiva (IIC) cuyo objetivo es dirigir el ahorro hacia aquellas empresas u organizaciones que, de acuerdo con el ideario del fondo, cumplan, a la hora de invertir, con los criterios en él reflejados. Este enfoque inversor pretende contribuir a mejorar las condiciones de vida de la sociedad y a un desarrollo sostenible del planeta.

En los últimos años la presencia en los mercados de FISR se ha ido incrementando a medida que ha aumentado el número de personas que buscan inversiones que ofrezcan un buen rendimiento financiero, así como un buen comportamiento para la sociedad. Debido a lo anterior existe un creciente interés en la comunidad financiera y científica en proponer sistemas de ayuda a la toma de decisiones de inversión ajustadas a los valores personales de los inversores.

En España la ISR todavía no ha logrado el mismo nivel de aceptación y desarrollo que en otros países como el Reino Unido, EE.UU., Canadá o Australia. La razón que se esgrime para explicar el poco éxito de los productos de ISR en España es la escasa información sobre este tipo de inversiones. Creemos, por tanto, que es necesario que los inversores españoles conozcan las características de los fondos de

inversión socialmente responsables domiciliados y gestionados en España y sean conscientes de que es posible construir carteras de inversión económicamente rentables coherentes con sus principios éticos.

Para poder seleccionar carteras de fondos socialmente responsables, es necesario evaluar el atractivo de un fondo para un inversor particular. En nuestra propuesta el comportamiento socialmente responsable de un fondo se describe a través de un vector de atributos o características, relativos a los impactos en la sociedad de las empresas en las que invierte el fondo y a la comunicación y transparencia informativa del propio fondo con sus partícipes. Mediante un proceso de agregación determinamos el “atractivo social, ético y medio-ambiental” de cada fondo que denominaremos “Atractivo-ISR” a partir del cual construiremos el criterio relativo a la responsabilidad social de la cartera para dicho inversor.

Son muchos los problemas de naturaleza económica que, como la selección de carteras, se caracterizan porque en la elección de la mejor decisión se han de tener en cuenta varios criterios. La Programación Multiobjetivo y, en general, la teoría de la Decisión Multicriterio, ofrecen métodos apropiados para plantear y resolver problemas que incluyen diversidad de objetivos, a veces contradictorios, que son evaluados de acuerdo a múltiples criterios y donde no es evidente la mejor u óptima alternativa. Además, dado que muchos decisores prefieren seguir un criterio de satisfacción de expectativas antes que un criterio optimizador existe una metodología, la Programación por Metas, que recoge esta filosofía satisfaciente.

La Programación por Metas –Goal Programming, GP- propuesta por Charnes y Cooper (1961) es una técnica Multiobjetivo que tiene en cuenta las preferencias del decisor reflejadas, de un lado, en la fijación de niveles de aspiración aceptables para el mismo y, de otro, en la ordenación de las funciones objetivo por su importancia relativa para el decisor.

Frecuentemente se han de tomar decisiones en un contexto de incertidumbre e imprecisión no probabilística. Una modelización matemática para este tipo de problemas es la proporcionada por la Teoría de los Subconjuntos Difusos propuesta por Lotfi A. Zadeh en 1965.

El carácter multicriterio de la selección de carteras, así como la imprecisión y vaguedad asociada a las consideraciones de responsabilidad social, nos llevan a trabajar con técnicas de programación multicriterio difusa. Concretamente, proponemos modelos cuyos marcos metodológicos son: La Programación por Metas, GP, como método multicriterio capaz de generar soluciones satisfactorias, un modelo estocástico basado en CVaR como modelo financiero de selección de carteras y la Teoría de los Subconjuntos Difusos como herramienta capaz de modelizar la imprecisión y subjetividad inherente a las preferencias del inversor y a las informaciones disponibles

Como aplicación de nuestra propuesta hemos analizado las características de responsabilidad social de los FSR domiciliados en España y hemos modelizado la percepción que tiene el inversor del “valor social” de aquellos mediante el indicador “Atractivo-ISR” construido para cada uno de ellos. Finalmente, se han obtenido carteras, formadas por fondos de inversión españoles tanto socialmente responsables como convencionales, bajo diversas hipótesis acerca del perfil social del inversor.

## **2. EVALUACION DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL DE UN FONDO DE INVERSIÓN.**

Los Fondos de Inversión Socialmente Responsables (FISR) son aquellos que invierten en empresas preocupadas por los aspectos sociales, medio-ambientales, éticos y de gobierno corporativo y/o evitan invertir en empresas con comportamientos considerados no éticos. La presencia de este tipo de productos financieros ha ido aumentando en las dos últimas décadas.

Existen algunas agencias de calificación que proporcionan información básica respecto del perfil de responsabilidad social de los fondos de inversión éticos, como por ejemplo, KLD Research & Analytics, Inc (Kinder, Lydenberg, Domini & Co), Ethical Investment Research Service (EIRiS), Sustainable Investment Research International Company (SiRi Co), Analistas Internacionales en Sostenibilidad (AIS), Sustainable Asset Management (Grupo SAM), Vigeo, Ethibel, entre las más importantes. Se trata de organizaciones, algunas sin ánimo de lucro, que han desarrollado metodologías de investigación sobre aspectos de las empresas relacionados con el impacto social y medio-ambiental, y con las políticas, procedimientos y sistemas desarrollados por las mismas para mitigar los impactos negativos generados por su actividad. Las estrategias de investigación más utilizadas por estas agencias, en su proceso de calificación de

responsabilidad social, son la aplicación de filtros (*screening*) negativos y/o positivos. Los primeros excluyen de sus inversiones empresas, sectores económicos, productos o incluso países por malas prácticas sociales, medioambientales, éticas o de gobierno corporativo. La segunda metodología (*screening* positivo) implica la búsqueda activa, dentro del universo de inversión, de empresas que presenten un buen comportamiento con respecto a cuestiones sociales, éticos, medioambientales o de gobierno corporativo y, por tanto, tengan un impacto positivo sobre el bienestar social. La más popular de las formas de filtrado positivo es la llamada *best-in-class* (el mejor en su sector). Este método de selección consiste en elegir las mejores empresas dentro de cada uno de los sectores económicos.

Aunque existe un interés creciente en la literatura científica por la ISR, la mayor parte de la investigación se centra en el comportamiento financiero (*performance* financiera) de los FISR y hay pocos trabajos relativos a medidas del comportamiento social (*performance* social) de dichos fondos. Los trabajos que se pueden encontrar relativos a la construcción de índices que midan la responsabilidad social de una cartera de inversiones, son muy escasos (Basso y Funari (2003), Barrachini (2004), Barnett y Salomon (2006), Kempf y Osthoff (2008)).

En este trabajo proponemos valorar el nivel de responsabilidad social de la cartera de fondos de inversión mediante un indicador que llamaremos “Atractivo-ISR” de cada uno de sus fondos y que evalúa, de modo agregado, las características sociales, medio-ambientales y éticas que verifica cada fondo.

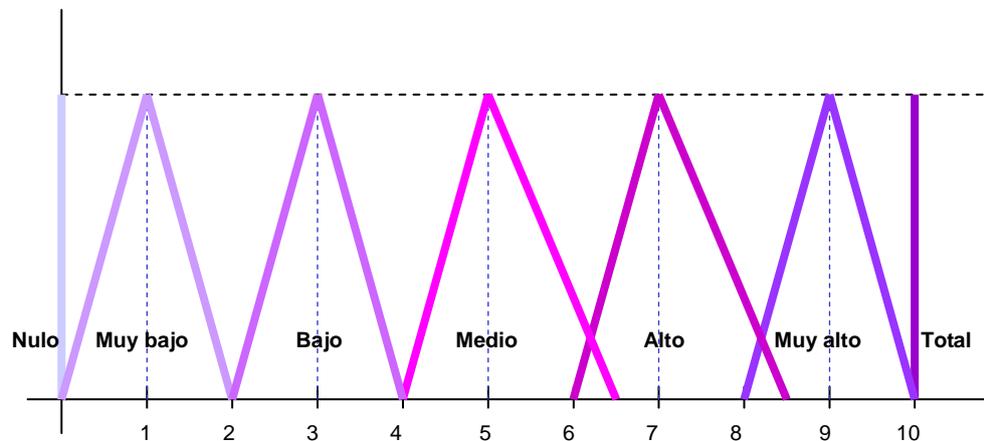
### **2.1. Construcción del indicador “Atractivo-ISR”.**

El método de construcción del indicador de “Atractivo-ISR” de un fondo consta de cinco pasos que describiremos a continuación:

**PASO 1.** Seleccionar los atributos de responsabilidad social para evaluar el universo de fondos. Estos atributos corresponden a características del fondo como son: política de inversión, criterios de filtrado, política de dialogo, política de voto, proceso de selección, control de empresas, presencia de comité ético, transparencia informativa, comunicación con los partícipes y con las empresas, etc.

**PASO 2.** Determinar un peso para cada atributo, de acuerdo con las consideraciones del inversor acerca de la importancia del mismo respecto del perfil de responsabilidad social de la cartera. Representamos estos pesos mediante una escala lingüística de siete etiquetas: nulo, muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto y total. Dichas etiquetas vendrán definidas mediante números difusos triangulares<sup>1</sup> (ver Figura 1) sobre de una escala de 0 a 10.

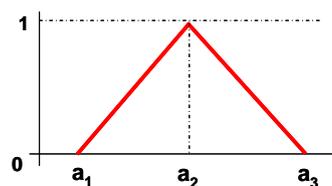
**Figura 1. Pesos difusos para los atributos.**



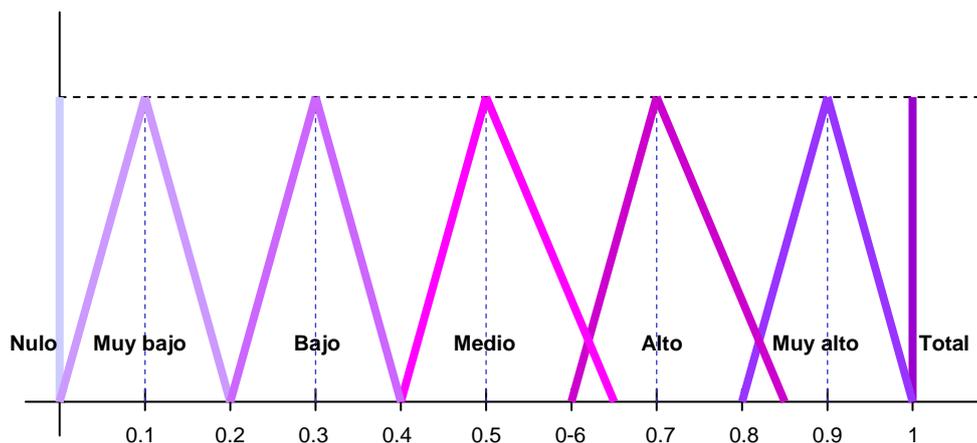
**PASO 3.** Evaluar el fondo sobre cada uno de los atributos seleccionados en el primer paso. Esta evaluación se llevará a cabo con etiquetas lingüísticas expresadas mediante números difusos (ver Tabla 1) sobre una escala de 0 a 1 de forma similar a lo realizado en el paso 2 para los pesos de los atributos (ver Figura 2).

**Figura 2. Evaluación difusa del fondo sobre cada atributo.**

<sup>1</sup> Un número difuso triangular puede ser denotado por  $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$  :



Nuestro modelo no depende de la linealidad de las funciones de pertenencia que se consideren, por lo que hemos optado por considerar números difusos triangulares por su fácil manejo y versatilidad.



**PASO 4.** Determinar la puntuación ponderada difusa total de cada fondo, es decir, el “Atractivo-ISR” difuso del fondo. Para ello utilizaremos aritmética difusa: sumando para todos los atributos las evaluaciones ponderadas del fondo:

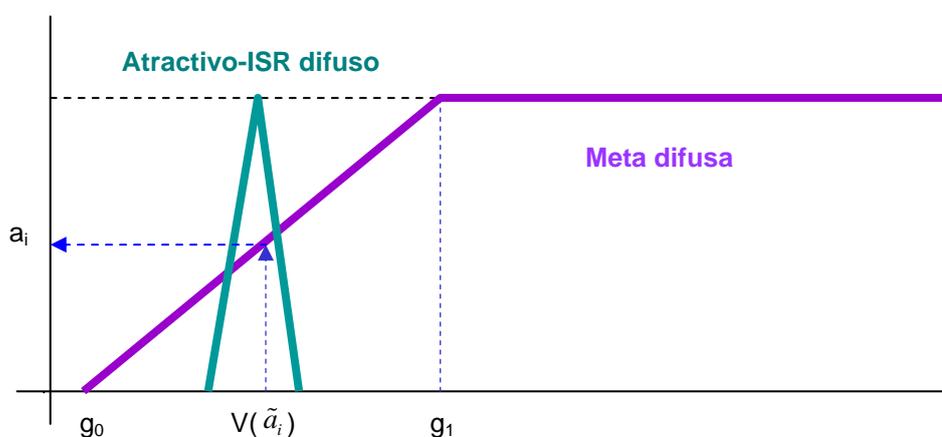
$$\tilde{a}_i = \tilde{w}_1 \times \text{total} + \tilde{w}_2 \times \text{alto} + \dots + \tilde{w}_r \times \text{muy bajo} = (a_i^1, a_i^2, a_i^3)$$

**Tabla 1. Evaluación del fondo sobre cada uno de los atributos**

FONDO	ATRIBUTO			
	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	...	C <sub>r</sub>
E <sub>1</sub>	Nulo	muy bajo	...	medio
E <sub>2</sub>	Medio	muy alto	...	bajo
...	...	...	...	...
E <sub>i</sub>	Total	alto	...	muy bajo
...	...	...	...	...
E <sub>m</sub>	Nulo	muy bajo	...	bajo
PESO	$\tilde{w}_1$	$\tilde{w}_2$	...	$\tilde{w}_r$

**PASO 5.** Determinar el “Atractivo-ISR” del fondo por unidad monetaria invertida en dicho fondo  $a_i$ . Para definir esta puntuación nítida tendremos en cuenta los intereses del inversor, representados en una meta difusa, y el *valor*<sup>2</sup> (Delgado et al. 1998) del número difuso “Atractivo-ISR” de cada fondo,  $V(\tilde{a}_i)$ . Ver figura 3.

<sup>2</sup> El valor de un número difuso triangular  $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$  es:  $V(\tilde{A}) = a_2 + \frac{a_1 - 2a_2 + a_3}{6}$

Figura 3. “Atractivo-ISR” para el fondo  $E_i$ 

Para construir la meta difusa es preciso que el inversor fije los valores de  $g_0$  y  $g_1$ , donde  $0 \leq g_0 \leq g_1 \leq (n^\circ \text{atributos}) \times 10$ .  $g_1$  puede ser de la forma<sup>3</sup>  $(n^\circ \text{de atributos} - \delta) \times 10$ . Los parámetros  $g_0$  y  $\delta$  vienen determinados por el nivel de exigencia acerca de responsabilidad social de los fondos para el inversor.

Si denotamos por  $a_i$  el grado de pertenencia de  $V(\tilde{a}_i)$  a la meta difusa, se obtiene el “Atractivo-ISR” del fondo  $i$ , como el cociente:  $a_i = \frac{a_i}{q_i}$ , donde  $q_i$  es el precio actual del fondo  $i$ .

En la siguiente sección vamos a utilizar esta medida para la construcción de un criterio de responsabilidad social de una cartera de fondos que incorporaremos a un modelo de selección de carteras.

### 3. MODELO MULTICRITERIO DIFUSO DE SELECCIÓN DE CARTERAS DE FONDOS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL.

Proponemos ahora un modelo de selección de carteras en el que incorporamos a los criterios financieros, un criterio de responsabilidad social representado por el “Atractivo-ISR” de la cartera.

El modelo de optimización que proponemos consta de tres objetivos:

<sup>3</sup> Multiplicamos por 10 porque la escala con la que estamos trabajando (Figura 1) alcanza su valor máximo en 10.

- minimizar el riesgo,
- maximizar la ganancia
- maximizar el “Atractivo-ISR” de la cartera.

Para medir el riesgo hemos utilizado el Valor en Riesgo Condicionado (CVaR) y para medir la ganancia el Valor Esperado Final (VEF) de la cartera. El tercero está definido a partir de la percepción de la responsabilidad social de un fondo, que en la sección anterior hemos evaluado mediante el “Atractivo-ISR” del fondo.

### **3.1. Objetivos del modelo multicriterio.**

Las actuales regulaciones de los mercados financieros (derivadas en gran parte del Acuerdo de Basel, 1988: el Comité de Basel (BCBS), publicó un conjunto de exigencias mínimas de capital para las entidades bancarias) formulan requerimientos sobre la gestión del riesgo en términos de los percentiles de la distribución de las pérdidas. Un percentil superior de la distribución de pérdidas se conoce como Valor-en-Riesgo (Value-at-Risk, VaR). El VaR se puede estimar y tratar eficientemente cuando los factores de riesgo se distribuyen normalmente. Sin embargo, para distribuciones no-normales, el VaR no verifica propiedades deseables, como, por ejemplo, la sub-aditividad, es decir, el VaR de una cartera con dos instrumentos puede ser mayor que la suma de los VaR individuales de estos dos instrumentos. El Valor en Riesgo Condicionado, CVaR es una medida de riesgo ampliamente utilizada en el campo financiero y constituye una alternativa al VaR; está basada también en los percentiles de la distribución de pérdidas, pero es más sensible que el VaR a la forma de dicha distribución, ya que tiene en cuenta la cola de la misma. Al contrario que el VaR, el CVaR satisface los axiomas de una medida de riesgo coherente (Artzner et al., 1999; Pflug, 2000) y es consistente con la dominancia estocástica de segundo orden (Mansini et al., 2007).

El CVaR en el nivel  $\alpha$  ( $CVaR_\alpha$ ) es la pérdida esperada condicionada a que se supere el nivel indicado por VaR. Rockafellar y Uryasev (2000) obtuvieron una expresión para  $CVaR_\alpha$  con buenas propiedades matemáticas que vamos a utilizar en este trabajo.

Si denotamos por  $L(x, y)$  la variable *pérdida* asociada a la cartera  $x \in X \subset \mathbb{R}^n$  y al vector aleatorio de precios de los activos  $y \in \mathbb{R}^n$  para un nivel de confianza  $\alpha \in (0,1)$  tenemos que:

$$CVaR_\alpha(x) = \min_{\xi \in \mathbb{R}} F_\alpha(x, \xi)$$

siendo:  $F_\alpha(x, \xi) = \xi + (1-\alpha)^{-1} \int_{y \in \mathbb{R}^n} [L(x, y) - \xi]^+ p(y) dy$

$[t]^+ = \max\{t, 0\}$  y  $p(y)$  es la función de densidad del vector  $y$ .

La integral de la expresión  $F_\alpha(x, \xi)$  puede ser aproximada mediante muestreo de la distribución de probabilidad de  $y$ . Si la muestra es finita  $y_1, y_2, \dots, y_J$  se tiene la siguiente aproximación:

$$\int_{y \in \mathbb{R}^n} [L(x, y) - \xi]^+ p(y) dy \approx \sum_{j=1}^J \pi_j z_j$$

con  $z_j \geq L(x, y_j) - \xi, \quad j = 1, \dots, J$   
 $z_j \geq 0$   
 $\xi \in \mathbb{R}$

donde  $\pi_j$  es la probabilidad del escenario  $j$ -ésimo y  $z_j$  son variables auxiliares para resolver el problema de optimización. La correspondiente aproximación de la función  $F_\alpha(x, \xi)$  es:

$$\hat{F}_\alpha(x, \xi) = \xi + (1-\alpha)^{-1} \sum_{j=1}^J \pi_j z_j$$

con  $z_j \geq L(x, y_j) - \xi, \quad j = 1, \dots, J$   
 $z_j \geq 0$   
 $\xi \in \mathbb{R}$

Sea  $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$  el vector de los precios al final del periodo,  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  la cartera siendo  $x_i$  es el número de participaciones invertidas en el fondo  $i$  y  $C_0$  el capital inicial disponible. La variable pérdida para el periodo es la diferencia entre el valor inicial y el valor final de la cartera:

$$L(x, y; C_0) = C_0 - y^t x$$

Entonces la minimización del CVaR se puede aproximar mediante el siguiente problema de optimización:

$$\min \text{CVaR}_\alpha(x) \left\{ \begin{array}{l} \min \xi + (1-\alpha)^{-1} \sum_{j=1}^J \pi_j z_j \\ \text{s.a. } z_j \geq \sum_{i=1}^n (-y_{ij} x_i) + C_0 - \xi \\ z_j \geq 0 \end{array} \right.$$

El segundo criterio, *valor esperado final de la cartera*, **VEF**, queda formulado como:

$$\max \text{VFE}(x) = \sum_{i=1}^n E[y_i] x_i$$

donde  $E[y_i]$  es el precio esperado del fondo  $i$ .

El tercer criterio está asociado a la *responsabilidad social de la cartera* que evaluaremos agregando el “**Atractivo-ISR**” de los fondos que la componen:

$$\text{A-ISR}(x) = \sum_{i=1}^n a_i q_i x_i$$

Puesto que es un criterio del tipo “cuanto más mejor” se convertirá en un objetivo de maximización:  $\max \text{A-ISR}(x) = \max \sum_{i=1}^n a_i q_i x_i$  donde  $a_i$  es el “Atractivo-ISR” del fondo  $i$ ,  $q_i$  es el precio actual del fondo  $i$ .

### 3.1. Restricciones del modelo multicriterio.

Las restricciones del modelo son, además de las estándar: la presupuestaria y la de no negatividad, otras de carácter flexible relativas a la cantidad de dinero invertida en fondos socialmente responsables, en fondos con cierta característica social (*CS*), en fondos con cierta característica medio-ambiental (*CM*) y en fondos con cierta característica ética (*CE*) (ver Tabla 2).

**Tabla 2. Criterios de responsabilidad social**

GRUPO I: Social	GRUPO II: Medio-ambiental	GRUPO III: Ético
1. Acceso a medicinas	14. Políticas, prácticas ambientales y sistemas de gestión	23. Agricultura intensiva y venta de carne
2. Soborno y corrupción	15. Vertido de sustancias químicas	24. Extracción de productos básicos
3. Relaciones con la Comunidad	16. Cambio climático y efecto invernadero	25. Sucedáneos de la leche materna
4. Diversidad e Igualdad de oportunidades	17. Energía nuclear	26. Producción y comercialización de tabaco
5. Gestión del riesgo social, medio-ambiental y ético.	18. Gestión forestal sostenible	27. Industria militar
6. Presencia de mujeres en la Junta Directiva o Consejo de Administración	19. Contaminación	28. Alcohol
7. Derechos humanos	20. Consumo y contaminación del agua	29. Aborto
8. Seguridad e Higiene	21. Biodiversidad	30. Anticonceptivos o
9. Buenas relaciones con clientes y proveedores	22. Ingeniería genética	31. Apuestas
10. Condiciones de la cadena de suministro		32. Pornografía y servicios de entretenimiento para adultos
11. Relaciones con los sindicatos		
12. Formación y educación		
13. Discriminación positiva de productos y servicios		

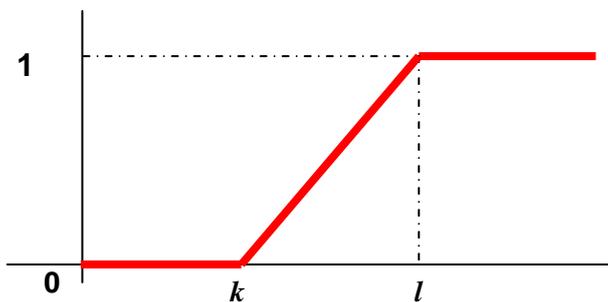
El formato de las restricciones flexibles con respecto al presupuesto a invertir en fondos socialmente responsables puede ser de los siguientes tipos:

- (a) Al menos  $l$  unidades monetarias:  $\sum_{i \in SRI} q_i x_i \gtrsim l$
- (b) A lo más  $l$  unidades monetarias:  $\sum_{i \in SRI} q_i x_i \lesssim l$
- (c) Entre  $l_1$  y  $l_2$  unidades monetarias:  $l_1 \lesssim \sum_{i \in SRI} q_i x_i \lesssim l_2$
- (d) Alrededor de  $l$  unidades monetarias:  $\sum_{i \in SRI} q_i x_i \square l$

Para el tratamiento cuantitativo de las restricciones flexibles ha de elegirse una función de pertenencia adecuada a cada caso. Así para el tipo (a) “al menos  $l$  u.m.” proponemos (ver Figura 4):

$$\mu_{ISR}(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } \sum_{i \in ISR} q_i x_i < k \\ \frac{\sum_{i \in ISR} q_i x_i - k}{l - k} & \text{si } k \leq \sum_{i \in ISR} q_i x_i \leq l \\ 1 & \text{si } \sum_{i \in ISR} q_i x_i > l \end{cases}$$

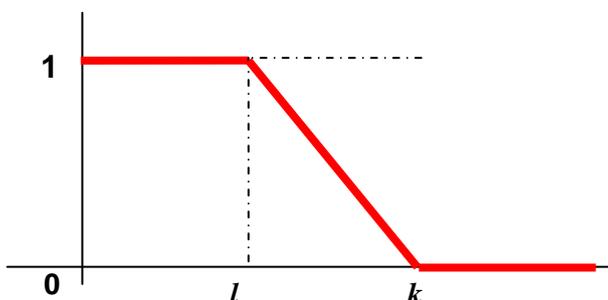
**Figura 4. Restricción flexible para fondos ISR:**  $\sum_{i \in ISR} q_i x_i - (l - k) \lambda \geq k$



Las restricciones que reflejan la cuantía a invertir en fondos socialmente responsables con una característica precisa, sea social (*CS*), medio-ambiental (*CM*) ó ética (*CE*), se tratarán de manera similar a las correspondientes al presupuesto a invertir en fondos socialmente responsables descritas anteriormente. Así para el tipo “a lo más *l* u.m.” invertidas en fondos con la característica social *r*, proponemos la función de pertenencia representada en la siguiente figura:

**Figura 5. Restricción flexible para fondos con la característica social *r*,**

$$CS_r: \sum_{i \in CS_r} q_i x_i + (k - l) \lambda \leq k$$



Con este tipo de funciones de pertenencia, el inversor delimita “suavemente” el incumplimiento de las metas, es decir, rechaza aceptar violaciones de la meta más allá

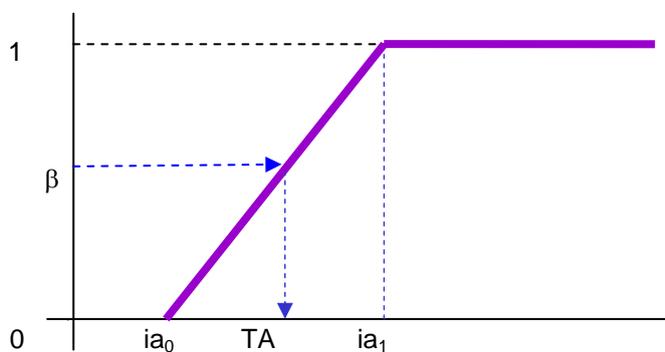
de su umbral de tolerancia ( $k$ ) y se siente más satisfecho cuánto más cerca esté de  $l$ . De forma análoga se tratarían el resto de las restricciones flexibles.

### 3.3. Modelo de Programación por Metas.

Para utilizar un enfoque de Programación por Metas de un problema es necesario que el inversor fije los niveles de aspiración para cada meta; así para las dos primeras, CVaR y Valor Esperado Final, los niveles de aspiración se pueden obtener a partir de su frontera eficiente.

Para fijar el nivel de aspiración de la tercera meta, se define un conjunto difuso en función del presupuesto a invertir en fondos Socialmente Responsables y de los valores máximo y mínimo del “Atractivo-ISR” en el universo de dichos fondos. Así, si el decisor decide invertir como máximo un  $\theta$  % de su presupuesto inicial en este tipo de fondos obtenemos el nivel de aspiración a partir del subconjunto difuso representado en la siguiente figura:

**Figura 6. Nivel de aspiración para la meta “Atractivo-ISR” de la cartera.**



donde  $ia_0 = C_0 \times \left(\frac{\theta}{100}\right) \times \min a_i$  y  $ia_1 = C_0 \times \left(\frac{\theta}{100}\right) \times \max a_i$ .

El inversor fija un grado de satisfacción  $\beta$  mediante el cual se obtiene el nivel de aspiración  $TA$  para la meta “Atractivo-ISR”, como aquel valor dentro del intervalo  $[ia_0, ia_1]$  cuyo grado de pertenencia al subconjunto difuso de la Figura 6 es  $\beta$ .

Una vez definidas las metas y las restricciones proponemos los siguientes modelos de Programación por Metas para la selección de carteras que incluyen FISR:

- **MODELO DE METAS PONDERADAS.**

$$\begin{aligned}
 \min \quad & \omega_1 d_1 + \omega_2 d_2 + \omega_3 d_3 \\
 \text{s.t.} \quad & \text{CVaR}_\alpha(x) - d_1 \leq k_1 \\
 & \text{VFE}(x) + d_2 \geq k_2 \\
 & \text{A-ISR}(x) + d_3 \geq k_3 \\
 & x \in X \\
 & d_1, d_2, d_3 \geq 0
 \end{aligned}$$

- **MODELO MIN-MAX.**

$$\begin{aligned}
 \min \quad & D \\
 \text{s.t.} \quad & \omega_r d_r \leq D \quad r = 1, 2, 3 \\
 & \text{CVaR}_\alpha(x) - d_1 \leq k_1 \\
 & \text{VFE}(x) + d_2 \geq k_2 \\
 & \text{A-ISR}(x) + d_3 \geq k_3 \\
 & x \in X, \quad d_1, d_2, d_3 \geq 0
 \end{aligned}$$

donde  $k_i$  son los niveles de aspiración y  $d_i$  las variables de desviación correspondientes a cada meta,  $i = 1, 2, 3$ .

En el siguiente epígrafe aplicaremos nuestro modelo a una base de datos de fondos domiciliados en España.

#### 4. APLICACIÓN AL CASO ESPAÑOL

La información suministrada por Morningstar ha permitido construir una base de datos que contiene 120 fondos domiciliados en España de los cuales 16 son fondos de inversión socialmente responsables (ver Apéndice). Disponemos de precios diarios desde el 23 de diciembre de 2005 hasta el 23 de enero de 2009 y hemos trabajado con rentabilidades simples semanales no solapadas (161 periodos).

Para obtener el “atractivo” ético de cada fondo SR español hemos seleccionado los siguientes atributos: filtrado negativo y/o positivo de carácter social, medio-ambiental y ético, presencia de comité ético y transparencia informativa con los partícipes, a los que el decisor les ha asignado los pesos difusos que aparecen recogidos en la Tabla 3.

**Tabla 3. Importancia (pesos) de los atributos.**

ATRIBUTOS	PESOS
FILTRADO SOCIAL NEGATIVO	MUY ALTO
FILTRADO MEDIO-AMBIENTAL NEGATIVO	MEDIO
FILTRADO ÉTICO NEGATIVO	ALTO
FILTRADO SOCIAL POSITIVO	MEDIO
FILTRADO MEDIO-AMBIENTAL POSITIVO	ALTO
FILTRADO ÉTICO POSITIVO	MEDIO
COMITÉ ÉTICO	MEDIO
TRANSPARENCIA INFORMATIVA	ALTO

La evaluación difusa de cada fondo sobre cada uno de los atributos que hemos seleccionado se recoge en la Tabla 4.

**Tabla 4. Evaluación difusa de los fondos**

FONDO	FILTRADO NEGATIVO			FILTRADO POSITIVO			COMITÉ ÉTICO	TRANSP. INFORMATIVA
	SOCIAL	M-AMB.	ÉTICO	SOCIAL	M-AMB.	ÉTICO		
E1	total	total	nulo	total	nulo	nulo	muy bajo	medio
E2	total	total	total	total	total	nulo	medio	bajo
E3	nulo	nulo	nulo	total	total	nulo	muy bajo	medio
E4	nulo	total	total	total	total	nulo	muy bajo	muy bajo
E5	total	total	total	total	total	nulo	medio	bajo
E6	nulo	nulo	total	total	nulo	nulo	muy bajo	bajo
E7	nulo	total	total	total	total	nulo	muy bajo	bajo
E8	total	total	total	total	total	nulo	bajo	bajo
E9	nulo	nulo	nulo	total	nulo	nulo	muy bajo	alto
E10	total	nulo	total	nulo	nulo	nulo	muy bajo	muy bajo
E11	nulo	total	total	total	total	nulo	bajo	bajo
E12	total	total	total	total	total	nulo	muy bajo	bajo
E13	nulo	nulo	total	nulo	nulo	nulo	bajo	bajo
E14	nulo	nulo	total	total	total	total	alto	alto
E15	total	total	total	nulo	nulo	nulo	muy alto	alto
E16	nulo	nulo	total	nulo	nulo	nulo	bajo	medio

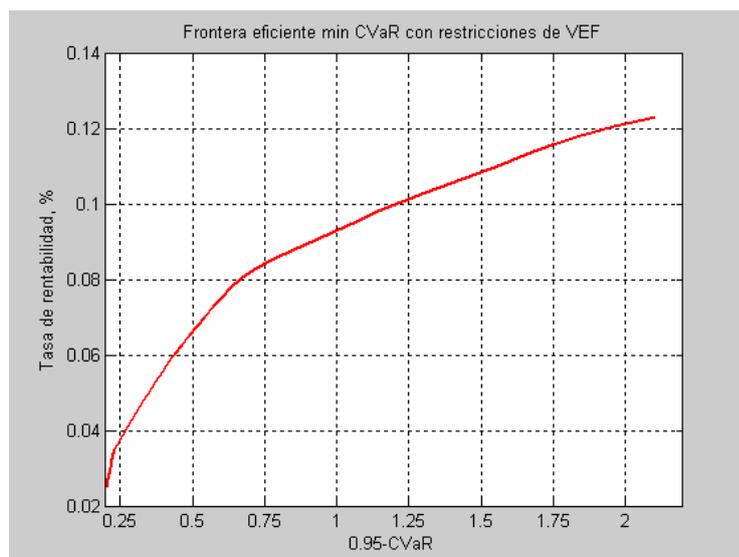
A partir de los pesos asignados a cada atributo y de la valoración de cada fondo sobre cada atributo, calculamos el “Atractivo-ISR” como hemos explicado anteriormente (ver Tabla 5).

**Tabla 5. Atractivo-ISR de los fondos españoles**

Fondo	Atractivo-ISR			$V(\tilde{a}_i)$	$a_i$	$q_i$	$a_i = a_i / q_i$
	$a_i^1$	$a_i^2$	$a_i^3$				
E1	18,4	23	29,825	23,37083	0,40824074	5,62	0,07267588
E2	30,8	37,6	47,625	38,1375	0,73638889	5,9	0,12479475
E3	12,4	16	21,825	16,37083	0,25268519	7	0,03608283
E4	20	25,2	33	25,63333	0,45851852	10,08	0,04548583
E5	30,8	37,6	47,625	38,1375	0,73638889	9,85	0,07474565
E6	11,2	14,6	19,7	14,88333	0,21962963	4,37	0,00017545
E7	21,2	26,6	34,7	27,05	0,49	4,89	0,10019917
E8	30	36,6	46	37,06667	0,71259259	0,91	0,77904514
E9	7,6	10,4	15,025	10,70417	0,12675926	11,82	0,01072063
E10	14	17,2	21,5	17,38333	0,27518519	12,05	0,0228281
E11	22	27,6	36	28,06667	0,51259259	3,06	0,16733346
E12	29,2	35,6	44,7	36,05	0,69	6,22	0,11096994
E13	8	10,6	14,5	10,81667	0,12925926	6,17	0,02094115
E14	26	32,4	42,75	33,05833	0,62351852	48,61	0,01282752
E15	24,8	30,4	38,725	30,85417	0,57453704	110,45	0,00520175
E16	9,2	12	16,625	12,30417	0,16231481	925,15	0,00017545

Para fijar los niveles de aspiración para las metas correspondientes al CVaR y al valor esperado final (VEF) de la cartera obtenemos la frontera eficiente (Figura 7) determinada mediante el método de las restricciones utilizando el software MATLAB R2006a.

**Figura 7. Frontera eficiente.**



Dicha frontera corresponde a los pares (CVaR, VEF) que aparecen en la Tabla 6. El punto ideal es el punto (CVaR , VEF) = (0.20470, 100.1231) (Capital Inicial=100).

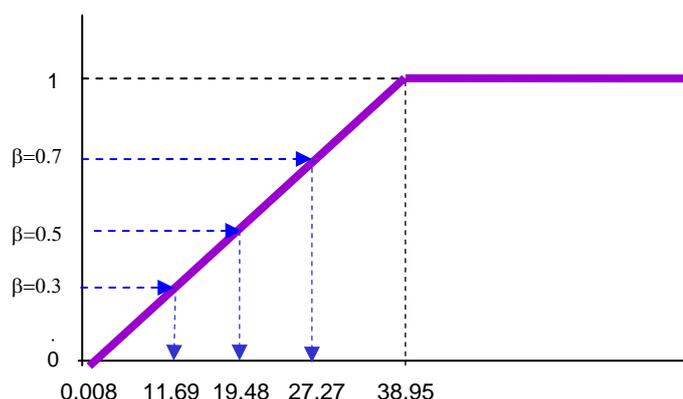
**Tabla 6. Frontera eficiente**

CVaR	VEF	CVaR	VEF	CVaR	VEF	CVaR	VEF
<b>0,20470</b>	100,02482	0,34802	100,05001	0,60216	100,07521	1,22385	100,10042
0,20797	100,02733	0,36986	100,05253	0,63311	100,07774	1,30935	100,10294
0,21438	100,02985	0,39228	100,05505	0,66561	100,08025	1,39591	100,10546
0,22164	100,03237	0,41466	100,05757	0,71338	100,08278	1,48182	100,10798
0,23222	100,03490	0,43787	100,06009	0,78080	100,08529	1,57063	100,11050
0,24737	100,03741	0,46326	100,06261	0,85338	100,08782	1,65899	100,11302
0,26626	100,03993	0,48890	100,06513	0,92491	100,09034	1,74792	100,11554
0,28575	100,04245	0,51600	100,06765	0,99637	100,09286	1,84577	100,11806
0,30632	100,04497	0,54435	100,07017	1,06827	100,09538	1,96236	100,12057
0,32677	100,04749	0,57310	100,07269	1,14407	100,09790	2,10589	<b>100,12310</b>

Con respecto a la tercera meta “Atractivo-ISR” de la cartera hemos considerado una restricción flexible del tipo “se invierte en fondos socialmente responsables como mucho el 50%”. Con este dato construimos el subconjunto difuso que permite obtener el nivel de aspiración nítido para el “Atractivo-ISR”.

Si tomamos como grado de pertenencia  $\beta = 0.3$  se obtiene un nivel de aspiración TA = 11.692, para  $\beta = 0.5$  se tiene TA = 19,4805 y para  $\beta = 0.7$  tenemos que TA = 27,269 (ver Figura 8).

**Figura 8. Nivel de aspiración “Atractivo-ISR”**



Con los datos anteriores resolvemos el correspondiente modelo de metas ponderado cuyos resultados presentamos en las siguientes tablas.

**Tabla 7. Carteras Socialmente Responsables para  $\beta = 0.3$**

P1	E8	14,42	E10	20,06	C64	15,42	C92	3,32	C102	32,20	C115	14,58				
P2	E8	14,25	E10	26,02	C64	13,76	C92	5,30	C102	25,88	C115	14,80				
P3	E8	14,14	E10	29,49	C64	24,10	C102	17,73	C115	14,54						
P4	E8	13,98	E10	35,08	C64	22,40	C102	16,33	C115	12,22						
P5	E8	13,88	E10	38,62	C64	1,02	C64	27,21	C102	6,99	C115	12,28				
P6	E8	13,88	E10	38,62	C28	0,99	C48	1,25	C56	7,39	C64	30,83	C102	3,17	C115	3,87
P7	E8	13,88	E10	38,62	C28	4,57	C48	0,56	C56	5,69	C64	28,46	C102	2,97	C115	5,24
P8	E8	13,88	E10	38,62	C28	4,98	C45	2,82	C56	6,40	C64	31,36	C115	1,94		
P9	E8	13,88	E10	38,62	C28	7,18	C45	3,57	C56	5,71	C64	30,91	C102	0,13		
P10	E8	13,88	E10	38,62	C28	11,08	C45	2,85	C56	3,46	C64	26,88	C102	3,22		
P11	E8	13,88	E10	38,62	C28	14,98	C45	2,13	C56	1,22	C64	22,86	C102	6,32		
P12	E8	13,88	E10	38,62	C28	17,12	C45	3,05	C64	20,65	C102	6,69				
P13	E8	13,88	E10	38,62	C28	18,00	C45	4,60	C64	20,23	C93	0,68	C102	3,98		
P14	E8	13,88	E10	38,62	C28	19,94	C45	4,47	C64	19,38	C93	2,26	C102	1,45		
P15	E8	13,88	E10	38,62	C28	21,78	C45	4,59	C64	17,51	C93	3,63				
P16	E8	13,88	E10	38,62	C28	23,57	C45	4,16	C48	0,95	C64	14,13	C93	4,69		
P17	E8	13,88	E10	38,62	C28	26,14	C48	3,94	C64	9,79	C93	7,63				
P18	E8	13,88	E10	38,62	C28	26,50	C48	4,44	C64	5,24	C93	11,32				
P19	E8	13,88	E10	38,62	C28	26,87	C48	4,93	C64	0,70	C93	15,00				
P20	E8	13,88	E10	38,62	C28	29,72	C45	3,15	C48	4,24	C93	10,39				
P21	E8	13,88	E10	38,62	C28	27,31	C45	16,30	C93	3,89						
P22	E8	13,97	E10	35,54	C28	27,82	C45	22,67								
P23	E8	14,16	E10	29,10	C28	29,59	C45	27,16								
P24	E8	14,34	E10	22,65	C28	31,36	C45	31,65								
P25	E8	14,53	E10	16,22	C28	33,12	C45	36,13								
P26	E8	14,72	E10	9,74	C28	34,90	C45	40,63								
P27	E8	14,91	E10	3,30	C28	36,67	C45	45,12								
P28	E8	15,01	C28	51,34	C45	33,66										
P29	E8	15,01	C28	79,55	C45	5,44										
P30	E8	15,01	C28	84,99												

Podemos observar que en la mayoría de las carteras obtenidas aparecen dos fondos socialmente responsables: E8, con un buen Atractivo-ISR (ver Tabla 5) y E10

que cumple un buen número de características sociales, éticas y medio-ambientales, y, por tanto, son fondos que se ajustan a las preferencias de responsabilidad social del inversor. El C28 es el fondo más rentable, invirtiendo todo el presupuesto en él se obtiene el ideal respecto del VEF.

Para las distintas carteras de fondos obtenidas se tiene los siguientes valores de las metas.

**Tabla 8. Metas para  $\beta = 0.3$**

<b>Cartera</b>	<b>CVaR</b>	<b>VEF</b>	<b>A-ISR</b>	<b>Cartera</b>	<b>CVaR</b>	<b>VEF</b>	<b>A-ISR</b>
P1	0,6461	100,0248	11,69	P16	1,0958	100,0626	11,69
P2	0,6585	100,0273	11,69	P17	1,1351	100,0651	11,69
P3	0,6725	100,0299	11,69	P18	1,1759	100,0677	11,69
P4	0,6869	100,0324	11,69	P19	1,2167	100,0702	11,69
P5	0,7058	100,0349	11,69	P20	1,2668	100,0727	11,69
P6	0,7382	100,0374	11,69	P21	1,3384	100,0752	11,69
P7	0,7728	100,0399	11,69	P22	1,4307	100,0777	11,69
P8	0,8077	100,0425	11,69	P23	1,5299	100,0803	11,69
P9	0,8427	100,0450	11,69	P24	1,6291	100,0828	11,69
P10	0,8777	100,0475	11,69	P25	1,7280	100,0853	11,69
P11	0,9127	100,0500	11,69	P26	1,8276	100,0878	11,69
P12	0,9483	100,0525	11,69	P27	1,9268	100,0903	11,69
P13	0,9849	100,0551	11,69	P28	2,0314	100,0929	11,69
P14	1,0215	100,0576	11,69	P29	2,1523	100,0954	11,69
P15	1,0584	100,0601	11,69	P30	2,1781	100,0959	11,69

Podemos observar que en todas las carteras obtenidas se alcanza el nivel de aspiración de la meta de responsabilidad social. Con respecto a las otras dos metas, como es evidente, si disminuye el riesgo disminuye también la ganancia y viceversa.

Análogamente obtenemos los resultados para el nivel de aspiración de la meta “Atractivo-ISR”  $\beta = 0.5$  y  $\beta = 0.7$ .

**Tabla 9. Carteras Socialmente Responsables para  $\beta = 0.5$**

P1	E8	24,176	E10	28,324	C28	3,943	C45	1,482	C64	1,447	C102	40,628		
P2	E8	24,176	E10	28,324	C28	3,429	C45	4,859	C64	6,089	C102	33,123		
P3	E8	24,176	E10	28,324	C28	2,912	C45	8,257	C64	10,762	C102	25,569		
P4	E8	24,176	E10	28,324	C28	2,395	C45	11,647	C64	15,423	C102	18,035		
P5	E8	24,176	E10	28,324	C28	4,552	C45	10,895	C64	17,635	C93	2,101	C102	12,318
P6	E8	24,176	E10	28,324	C28	6,680	C45	10,266	C64	18,843	C93	4,066	C102	7,645
P7	E8	24,176	E10	28,324	C28	8,617	C45	10,135	C64	17,992	C93	5,637	C102	5,118
P8	E8	24,176	E10	28,324	C28	10,555	C45	10,004	C64	17,142	C93	7,209	C102	2,590
P9	E8	24,176	E10	28,324	C28	12,494	C45	9,873	C64	16,291	C93	8,780	C102	0,062
P10	E8	24,176	E10	28,324	C28	14,211	C45	10,313	C64	13,080	C93	9,896		
P11	E8	24,176	E10	28,324	C28	15,921	C45	10,768	C64	9,810	C93	11,001		
P12	E8	24,176	E10	28,324	C28	17,632	C45	11,223	C64	6,540	C93	12,105		
P13	E8	24,176	E10	28,324	C28	19,343	C45	11,678	C64	3,269	C93	13,210		
P14	E8	24,176	E10	28,324	C28	22,492	C45	9,826	C48	0,746	C93	14,436		
P15	E8	24,176	E10	28,324	C28	36,481	C93	11,019						
P16	E8	24,176	E10	28,324	C28	42,267	C93	5,233						
P17	E8	24,191	E10	27,793	C28	48,015								
P18	E8	24,370	E10	21,691	C28	51,203	C45	2,736						
P19	E8	24,575	E10	14,690	C28	50,710	C45	10,025						
P20	E8	24,780	E10	7,686	C28	50,217	C45	17,317						
P21	E8	24,986	E10	0,683	C28	49,723	C45	24,608						
P22	E8	25,006	C28	74,994										

**Tabla 10. Carteras Socialmente Responsables para  $\beta = 0.7$**

P1	E8	34,475	E10	18,025	C45	14,375	C93	11,962	C102	21,163				
P2	E8	34,475	E10	18,025	C45	17,475	C93	11,654	C102	18,370				
P3	E8	34,475	E10	18,025	C28	0,184	C45	20,327	C93	11,455	C102	15,535		
P4	E8	34,475	E10	18,025	C28	3,376	C45	18,767	C93	13,065	C102	12,291		
P5	E8	34,475	E10	18,025	C28	5,935	C45	17,869	C64	1,103	C93	14,710	C102	7,883
P6	E8	34,475	E10	18,025	C28	8,151	C45	17,014	C64	3,244	C93	16,856	C102	2,236
P7	E8	34,475	E10	18,025	C28	10,062	C45	16,950	C64	2,115	C93	18,373		
P8	E8	34,475	E10	18,025	C28	13,404	C45	17,005	C93	17,092				
P9	E8	34,475	E10	18,025	C28	24,527	C45	10,288	C93	12,685				
P10	E8	34,475	E10	18,025	C28	38,489	C93	9,011						
P11	E8	34,475	E10	18,025	C28	44,272	C93	3,228						
P12	E8	34,547	E10	15,565	C28	49,887								
P13	E8	34,710	E10	10,002	C28	55,287								
P14	E8	34,873	E10	4,440	C28	60,687								
P15	E8	35,003	C28	64,997										

Para las distintas carteras de fondos obtenidas se tiene los siguientes valores de las metas.

**Tabla 11. Metas para  $\beta = 0.5$** 

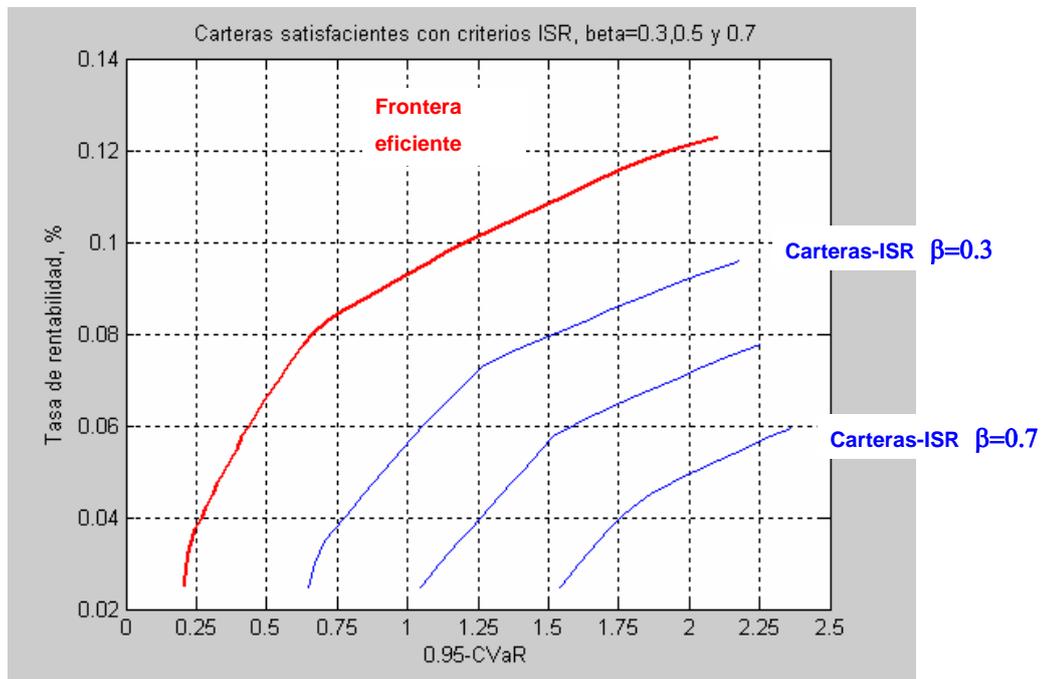
Cartera	CVaR	VEF	A-ISR	Cartera	CVaR	VEF	A-ISR
P1	1,0431	100,0248	19,48	P12	1,4428	100,0525	19,48
P2	1,0783	100,0273	19,48	P13	1,4799	100,0551	19,48
P3	1,1138	100,0299	19,48	P14	1,5194	100,0576	19,48
P4	1,1492	100,0324	19,48	P15	1,5936	100,0601	19,48
P5	1,1852	100,0349	19,48	P16	1,6750	100,0626	19,48
P6	1,2213	100,0374	19,48	P17	1,7574	100,0651	19,48
P7	1,2579	100,0399	19,48	P18	1,8518	100,0677	19,48
P8	1,2946	100,0425	19,48	P19	1,9500	100,0702	19,48
P9	1,3312	100,0450	19,48	P20	2,0483	100,0727	19,48
P10	1,3684	100,0475	19,48	P21	2,1466	100,0752	19,48
P11	1,4056	100,0500	19,48	P22	2,2558	100,0777	19,48

**Tabla 12. Metas para  $\beta = 0.7$** 

Cartera	CVaR	VEF	A-ISR	Cartera	CVaR	VEF	A-ISR
P1	1,5436	100,0248	27,2692	P9	1,8638	100,0450	27,2692
P2	1,5762	100,0273	27,2692	P10	1,9390	100,0475	27,2692
P3	1,6092	100,0299	27,2692	P11	2,0201	100,0500	27,2692
P4	1,6446	100,0324	27,2692	P12	2,1060	100,0525	27,2692
P5	1,6802	100,0349	27,2692	P13	2,1978	100,0551	27,2692
P6	1,7161	100,0374	27,2692	P14	2,2896	100,0576	27,2692
P7	1,7528	100,0399	27,2692	P15	2,3630	100,0596	27,2692
P8	1,7980	100,0425	27,2692				

Para comparar los resultados obtenidos para los tres niveles de aspiración hemos representado gráficamente la frontera eficiente y las carteras satisficentes para dichos niveles aspiración (Figura 9). Como podemos observar en la Figura 9, la meta de responsabilidad social es menos exigente cuanto menor es el valor del nivel de aspiración, lo que permite obtener carteras con mejores resultados respecto a las otras dos metas financieras, CVaR y VEF.

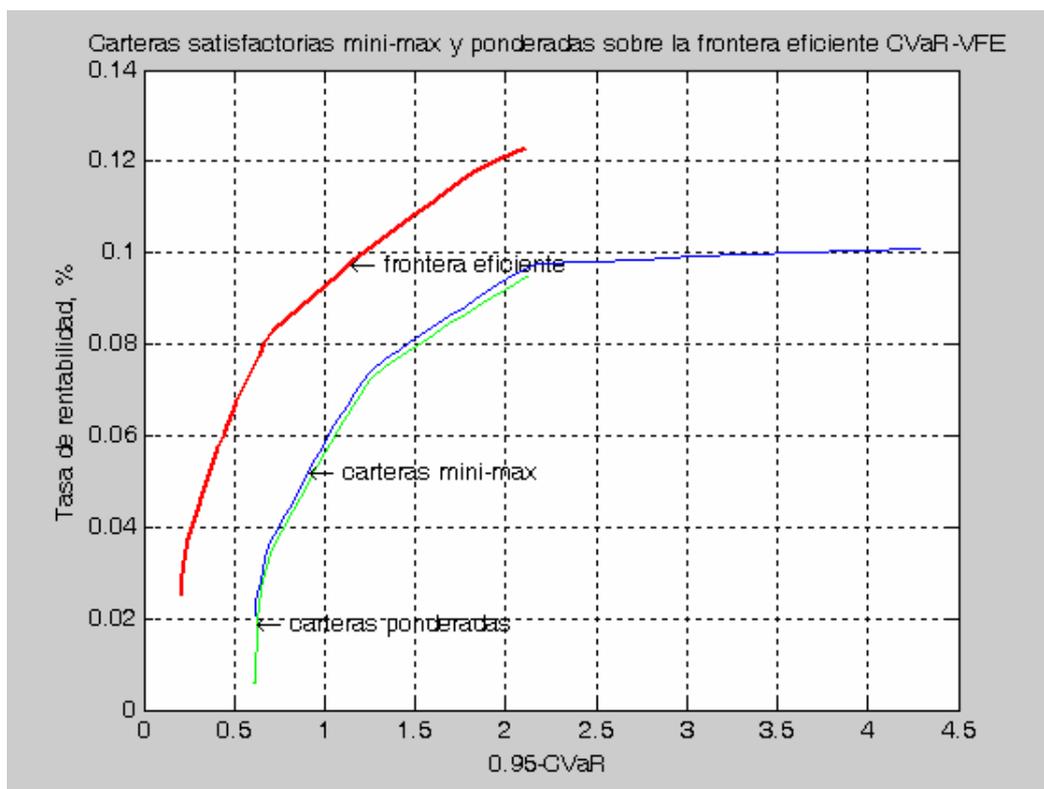
**Figura 9. Frontera Eficiente y Carteras satisficentes.**



Si resolvemos el correspondiente modelo min-max tomando  $\beta = 0.3$  se obtendrían las carteras satisficentes que hemos representado, en la Figura 10, junto a la frontera eficiente y a las carteras satisficentes ponderadas.

Como se puede observar en la Figura 10 las carteras min-max y ponderadas tienen una zona intermedia prácticamente común y difieren en los extremos, es decir, cuando los niveles de aspiración de CVaR y de VEF son bajos (zona inferior) o bien cuando estos niveles son altos (zona superior). En este último caso se puede comprobar en la figura que las carteras min-max intentan mejorar su VEF a costa de un aumento considerable del CVaR y una disminución del Atractivo-ISR.

**Figura 10. Frontera Eficiente y Carteras satisfactorias ( $\beta = 0.3$ ).**



**Tabla 13. Algunas Carteras Socialmente Responsables para  $\beta = 0.3$**

P1	E8	14,09	E10	13,52	C47	1,41	C64	18,16	C92	1,53	C94	0,61	C102	40,36	C115	10,33
P2	E8	14,03	E10	15,16	C64	20,16	C92	1,59	C102	36,99	C115	12,07				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...				
P8	E8	13,30	E10	39,20	C28	0,58	C48	1,66	C56	7,36	C64	29,58	C102	3,33	C115	4,98
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
P15	E8	13,20	E10	39,30	C28	18,16	C45	3,68	C64	20,59	C102	5,06				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...				
P24	E8	13,06	E10	39,44	C28	25,49	C45	19,63	C93	2,38						
P25	E8	13,15	E10	35,82	C28	27,10	C45	23,94								
...	...	...	...	...	...	...	...	...								
P31	E8	14,06	E10	0,28	C28	36,74	C45	48,93								
P32	E8	14,05	C28	61,60	C45	24,36										
...	...	...	...	...	...	...	...	...								
P40	E8	12,17	C28	87,83												

**Tabla 14. Metas para  $\beta = 0.3$**

Cartera	CVaR	VEF	A-ISR	Cartera	CVaR	VEF	A-ISR
P1	0,6135	100,0207	11,2831	P24	1,3272	100,0766	11,0779
P2	0,6205	100,0232	11,2793	P25	1,4132	100,0790	11,0593
..	...	...	...	...	...	...	...
P8	0,7220	100,0381	11,2556	P31	1,9579	100,0931	10,9576
...	...	...	...	P32	2,0596	100,0954	10,9416
P15	0,9511	100,0550	11,1786	...	...	...	...
...	...	...	...	P40	4,2944	100,1010	9,4831

## **5. CONCLUSIONES.**

En este trabajo se ha propuesto un método de selección de carteras de fondos que considera no sólo los criterios convencionales de optimización financiera, rentabilidad y riesgo, sino además aquellos que se definen como criterios de “responsabilidad social”.

El contexto decisional es de imprecisión no probabilística, lo que unido al carácter multicriterio de cualquier problema de carteras nos ha llevado a proponer una modelización matemática con dos soportes teóricos: de un lado la Teoría de los Subconjuntos Difusos propuesta por Lotfi A. Zadeh en 1965. y de otro la Programación por Metas –Goal Programming, GP- propuesta por Charnes y Cooper (1961), técnica Multiobjetivo que tiene en cuenta las preferencias del inversor, fundamentales en nuestro modelo.

Para evaluar los criterios de “responsabilidad social” que expresa el inversor, se ha construido un indicador de la responsabilidad social de una cartera de fondos de inversión, “Atractivo-ISR”, agregando, mediante lógica difusa, la percepción que tiene el inversor sobre el carácter de cada fondo.

Este es el criterio de “responsabilidad social” ha sido incorporado al programa de Decisión Multicriterio para la selección de carteras ISR., junto con objetivos habituales acerca de riesgo y rentabilidad. El método de resolución aplicado ha sido la Programación por Metas, que por su carácter interactivo permite tratar la subjetividad del inversor.

## **6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ARTZNER, P.; DELBAEN, F.; EBER, J.M. y HEATH, D. (1999). “Coherent Measures of Risk”. *Mathematical Finance*, 9, pp. 203-228.
- BARNETT, M. y SALOMON, R. (2006). “Beyond Dichotomy: the Curvilinear Relationship Between Social Responsibility and Financial Performance”, *Strategic Management Journal*, 27, pp.1101-1122.
- BARRACHINI, C. (2004). “An ethical investments evaluation for portfolio selection”. *Electronic Journal of Business, Ethics and Organization Studies*, 9(1): (2004). Available online <http://ejbo.jyu.fi>

- BASSO, A. y FUNARI, S (2003). “Measuring the Performance of Ethical Mutual Funds: a DEA Approach”, *Journal of the Operational Research Society*, 54, pp.521-531.
- CHARNES, A. y COOPER, W.W. (1961). *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*. Vol. I, Wiley, New York.
- DELGADO, M.; VILA, M.A. y VOXMAN, W. (1998). “On a Canonical Representation of Fuzzy Numbers”. *Fuzzy Sets and Systems*, 93, pp. 125-135.
- KEMPF, A. y OSTHOFF, P. (2008). “SRI Funds: Nomen est Omen”, *Journal of Business Finance & Accounting*, 35(9), pp. 1276-1294.
- MANSINI, R.; OGRYCZAK, W. y SPERANZA, M.G. (2007). “Conditional value at risk and related linear programming models for portfolio optimization”. *Annals of Operations Research* 152, pp. 227-256.
- PALMQUIST, J.; URYASEV, S. Y KROKHMAL, P. (1999): “Portfolio optimization with conditional value-at-risk objective and constraints”, Research report 99-14. Department of Industrial and Systems Engineering, University of Florida.
- PFLUG, G.CH. (2000). “Some Remarks on the Value-at-Risk and the Conditional Value-at-Risk”. In S.Uryasev (ed.), *Probabilistic Constrained Optimization: Methodology and Applications*, Dordrecht: Kluwer A.P., pp. 272–281.
- ROCKAFELLAR, R.T. y URYASEV, S. (2000). “Optimization of conditional value-at-risk”. *Journal of Risk* 2, pp. 21-41.
- ZADEH, L.A.(1965). “Fuzzy sets”. *Information and Control*, 8(3), pp.338-353.

## APÉNDICE.

**Tabla A1. Fondos de Inversión Socialmente Responsables**

<b>E1</b>	AC Responsable 30 FI Acc
<b>E2</b>	BBK Solidaria FI Acc
<b>E3</b>	BBVA Bolsa Desarrollo Sostenible FI Acc
<b>E4</b>	BBVA Extra 5 II Garantizado FI Acc
<b>E5</b>	BNP Paribas Fondo Solidaridad FI Acc
<b>E6</b>	Caixa Catalunya Europa Valor FI Acc
<b>E7</b>	Caja Ingenieros Mundial ISR FI Acc
<b>E8</b>	CAM Fondo Solidaridad FI Acc
<b>E9</b>	Corporate Governance Spain Fund FI Acc
<b>E10</b>	Creación Cultura en Español FI Acc
<b>E11</b>	Foncaixa Coop. Soc. Responsable FI Acc
<b>E12</b>	Foncaixa Priv. F. Activo Ético FI Acc
<b>E13</b>	Fondo Solidario ProUnicef FI Acc
<b>E14</b>	Santander Dividendo Solidario FI Acc
<b>E15</b>	Santander Responsabilidad Coservd FI Acc
<b>E16</b>	Urquijo Inver. Ética y Solidaria FI Acc

**Tabla A2.Fondos de Inversión Convencionales**

<b>C17</b>	AC Multiestrellas Selec. 20 FI Acc	<b>C69</b>	CAM Futuro Selección 2 FI Acc
<b>C18</b>	Banesto Bolsa Activa Europa FI Acc	<b>C70</b>	CAM Futuro Selección 3 FI Acc
<b>C19</b>	Banesto Dividendo Europa FI Acc	<b>C71</b>	CAM Futuro Selección 4 FI Acc
<b>C20</b>	Banesto Especial Mixto RF FI Acc	<b>C72</b>	CAM Futuro Selección 5 FI Acc
<b>C21</b>	Banif Dividendo FI Acc	<b>C73</b>	CAM Futuro Selección 7 FI Acc
<b>C22</b>	BBK Gestión Activa 15 FI Acc	<b>C74</b>	CAM Futuro Selección FI Acc
<b>C23</b>	BBVA 100 Ibex FI Acc	<b>C75</b>	Citifondo Líder FI Acc
<b>C24</b>	BBVA 100 Ibex II FI Acc	<b>C76</b>	Foncaixa 129 Divid. Bolsa Europa FI Acc
<b>C25</b>	BBVA 100 Ibex Positivo FI Acc	<b>C77</b>	Foncaixa 135 Bolsa Inmobiliario FI Acc
<b>C26</b>	BBVA 100 Ibex Positivo II FI Acc	<b>C78</b>	Foncaixa 43 Bolsa Europa FI Acc
<b>C27</b>	BBVA 100 Ibex Positivo III FI Acc	<b>C79</b>	Foncaixa 54 Bolsa Reino Unido FI Acc
<b>C28</b>	BBVA 103-100 Ibex II FI Acc	<b>C80</b>	Foncaixa 66 Bolsa Índice Suiza FI Acc
<b>C29</b>	BBVA 103-100 Ibex III FI Acc	<b>C81</b>	Foncaixa 94 Fondos Bolsas Europa FI Acc
<b>C30</b>	BBVA 4-100 Ibex FI Acc	<b>C82</b>	Foncaixa Cartera Bolsa R. Unido FI Acc
<b>C31</b>	BBVA 4-100 Ibex II FI Acc	<b>C83</b>	Foncaixa Coop. Soc. Responsable FI Acc
<b>C32</b>	BBVA 5x5 Extragarantizado FI Acc	<b>C84</b>	Foncaixa Priv. Europa Mixto FI Acc
<b>C33</b>	BBVA 75 Ibex FI Acc	<b>C85</b>	Foncaixa Priv. F. Activo Crec. FI Acc
<b>C34</b>	BBVA Bolsa Asia MF FI Acc	<b>C86</b>	Foncaixa Priv. F. Activo Estable FI Acc
<b>C35</b>	BBVA Bolsa Biofarma FI Acc	<b>C87</b>	Foncaixa Priv. Fondo Activo Eq. FI Acc
<b>C36</b>	BBVA Bolsa Finanzas FI Acc	<b>C88</b>	Foncaixa Priv. Multig. Act. Cr. FI Acc
<b>C37</b>	BBVA Bolsa Int. (Cubierto) MF FI Acc	<b>C89</b>	Foncaixa Priv. Multig. Act. Est. FI Acc
<b>C38</b>	BBVA Bolsa Tecn. Y Telec. FI Acc	<b>C90</b>	Fonhuesca 2000 FI Acc
<b>C39</b>	BBVA Consolida Garantizado FI Acc	<b>C91</b>	Harmatan Global FI Acc
<b>C40</b>	BBVA Consolida Garantizado III FI Acc	<b>C92</b>	Interdín Estrategia Global FI Acc
<b>C41</b>	BBVA DJ Eurostoxx 50 4 Plus A FI Acc	<b>C93</b>	Interdín Global Fondos FI Acc
<b>C42</b>	BBVA DJ Eurostoxx 50 4 Plus B FI Acc	<b>C94</b>	Interdín Pentatlón FI Acc
<b>C43</b>	BBVA DJ Eurostoxx 50 4 Plus C FI Acc	<b>C95</b>	Madrid Gestión Activa 25 FI Acc
<b>C44</b>	BBVA DJ Eurostoxx 50 4 Plus D FI Acc	<b>C96</b>	Plusmadrid Internac. 15 Elección FI Acc
<b>C45</b>	BBVA Elección Óptima Garantizado FI Acc	<b>C97</b>	Plusmadrid Internacional 15 FI Acc
<b>C46</b>	BBVA Europa Máximo FI Acc	<b>C98</b>	Privado Liquidez Dinámica FI Acc
<b>C47</b>	BBVA Europa Máximo II FI Acc	<b>C99</b>	Quality Mejores Ideas FI Acc
<b>C48</b>	BBVA Extra 5 Acciones FI Acc	<b>C100</b>	Rentrifondo FI Acc
<b>C49</b>	BBVA Extra 5 Garantizado FI Acc	<b>C101</b>	Sabadell BS Selección Activa V12 FI Acc
<b>C50</b>	BBVA Garantizado Top Div. 100 FI Acc	<b>C102</b>	Sabadell BS Selección Activa V2 FI Acc
<b>C51</b>	BBVA Garantizado Top Dividendo FI Acc	<b>C103</b>	Sabadell BS Selección Plus FI Acc
<b>C52</b>	BBVA Ranking Plus FI Acc	<b>C104</b>	Santander Acciones Europeas FI Acc
<b>C53</b>	BBVA Top 4 Garantizado II FI Acc	<b>C105</b>	Santander Acciones Europeas Plus FI Acc
<b>C54</b>	BBVA Top 4 Garantizado III FI Acc	<b>C106</b>	Santander Beneficio FI Acc
<b>C55</b>	BBVA Top 5 Garantizado II FI Acc	<b>C107</b>	Santander Cuantitativo Europa FI Acc
<b>C56</b>	BBVA Triple Óptimo FI Acc	<b>C108</b>	Santander Dividendo Europa FI Acc
<b>C57</b>	BBVA Triple Óptimo II FI Acc	<b>C109</b>	Santander Estrategia Inflac. Plus FI Acc
<b>C58</b>	BBVA Triple Óptimo III FI Acc	<b>C110</b>	Santander Eurocanarias Mixto FI Acc
<b>C59</b>	BBVA Triple Óptimo IV FI Acc	<b>C111</b>	Santander Euroíndice FI Acc
<b>C60</b>	BNP Paribas Conservador FI Acc	<b>C112</b>	Santander Fondandalucía Mixto FI Acc
<b>C61</b>	Bolsalíder FI Acc	<b>C113</b>	Santander Fonstresor Catal. Mixt FI Acc
<b>C62</b>	CAM Emergente FI Acc	<b>C114</b>	Santander Mixto Renta Fija 75/25 FI Acc
<b>C63</b>	CAM Fondo Cesta 5 FI Acc	<b>C115</b>	Santander Mixto Renta Fija 90/10 FI Acc
<b>C64</b>	CAM Fondo Monetario Dinámico 20 FI Acc	<b>C116</b>	Santander Selección Europa FI Acc
<b>C65</b>	CAM Fondo Multigestión 10 FI Acc	<b>C117</b>	Santander Small Caps Europa FI Acc
<b>C66</b>	CAM Fondo Multigestión 20 FI Acc	<b>C118</b>	Santander Special Situations FI Acc
<b>C67</b>	CAM Fondo Multigestión 40 FI Acc	<b>C119</b>	Santander Top 25 Europa FI Acc
<b>C68</b>	CAM Fondo Multigestión 80 FI Acc	<b>C120</b>	Urquijo Patrimonio Privado 5 FI Acc

