



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

ICADE E-2

FORMACIÓN Y ANÁLISIS DE CARTERAS EFICIENTES EN EL ENTORNO DEL IBEX 35

Autor: Pablo García García
Director: Susana Carabias López

Madrid
2015

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE DE CUADROS.....	4
RESUMEN.....	6
CAPÍTULO I	
Introducción.....	7
1.1.- Objetivos.....	8
1.2.- Justificación.....	8
1.3.- Metodología.....	9
CAPÍTULO II	
La decisión de invertir.....	10
2.1- El entorno financiero.....	11
2.1.1.-El sistema financiero.....	11
2.1.2.-Los instrumentos financieros.....	12
2.1.3.- Los intermediarios financieros.....	13
2.1.4.- Los mercados financieros.....	14
2.1.4.1.- Los mercados secundarios.....	18
2.1.5.- La bolsa de valores.....	19
2.1.6.- La eficiencia de los mercados.....	20
2.2.- El proceso de gestión de carteras.....	22
2.2.1.- Análisis del perfil de riesgo del inversor.....	23
2.2.2.- La asignación de los activos financieros.....	23
2.2.2.1.- Selección de las clases de activos.....	23
2.2.2.2.-El grado de diversificación de las inversiones potenciales.....	25
2.2.2.3.- Construcción de carteras óptimas.....	26

2.2.2.4.- Gestionar la anterior combinación a lo largo del tiempo.....	27
2.2.3.- La fase de medición del resultado de la gestión.....	28
CAPÍTULO III	
Modelos de creación de carteras.....	30
3.1.- Modelo de Markowitz.....	31
3.1.1.- Media-Varianza Markowitz.....	32
3.1.2.- La diversificación según Markowitz.....	36
3.2.- CAPM.....	38
3.2.1.- La ecuación de equilibrio.....	38
3.2.2.- Línea de mercado de capitales (CML).....	39
3.2.3.- El modelo de precios.....	40
3.2.4.- Security Market Line (SML).....	40
3.2.5.-Información de precios de los activos.	
Las medidas de la performance.....	41
3.2.5.1.- Alfa de Jensen.....	41
3.2.5.2.- Índice de Treynor.....	41
3.2.5.3.- Índice de Sharpe.....	42
3.3.- Modelo de Black-Litterman.....	42
3.3.1.- Definición del modelo.....	42
3.3.2.- Método Idzorek con el fin de conocer la confianza en las opiniones.....	45
3.3.3.- Principales ventajas e inconvenientes del modelo Black-Litterman frente al de Markowitz.....	46
3.4.- Selección del modelo a realizar.....	47
CAPÍTULO IV	
De Markowitz a la selección de carteras en el IBEX-35.....	48
4.1.- El entorno financiero del modelo.....	49
4.2.- El proceso de gestión de carteras.....	50

4.2.1.- El análisis y clasificación de riesgos.....	50
4.2.2.- La asignación de activos financieros.....	50
4.2.2.1.- Selección de activos.....	51
4.2.2.2.- El grado de diversificación de las inversiones.....	51
4.2.2.3.- Construcción de carteras óptimas.....	51
4.2.2.4.- Gestionar la anterior combinación a lo largo del tiempo.....	52
4.3.- Datos de la aplicación.....	52
4.3.1.- Análisis de la información.....	52
4.3.2.- Tratamiento de datos.....	53
4.3.3.- Ordenación de datos.....	55
4.4.- Aplicación del modelo.....	57
4.4.1.- Restricciones al modelo y creación de los pesos relativos de las carteras.....	57
4.4.2.- Rentabilidad y riesgo para la cartera.....	58
4.4.3.-Selección de las carteras eficientes.....	60
4.5.- Comprobación.....	62
 CAPÍTULO V	
Conclusiones y futuras líneas de investigación.....	64
5.1.- Conclusiones.....	65
5.2.- Futuras líneas de investigación.....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66

ÍNDICE DE CUADROS

Figura nº 1: El mercado de valores español, mercados regulados.....	20
Figura nº 2: Relación entre edad del inversor y tipo de inversión.....	24
Figura nº 3: Tipos de asignación de activos.....	28
Figura nº 4: Conjunto de posibles carteras.....	34
Figura nº 5: Frontera eficiente.....	35
Figura nº 6: Efectos de la diversificación.....	37
Figura nº 7: Línea de mercado de capitales.....	39
Figura nº 8: Security Market Line.....	40
Figura nº 9: Comparación datos empresas.....	56
Figura nº 10: Rentabilidad anualizada de los títulos.....	58
Figura nº 11: Porcentajes de cada título sobre el total de la cartera.....	58
Figura nº 12: Matriz de correlaciones de los títulos.....	59
Figura nº 13: Riesgo anualizado de los títulos.....	59
Figura nº 14: Conjunto de posibles inversiones.....	60
Figura nº 15: Conjunto de carteras eficientes.....	61
Figura nº 16: Frontera eficiente para los títulos seleccionados.....	62
Figura nº 17: Comprobación carteras eficientes.....	62

AGRADECIMIENTOS

A mi directora por su apoyo, disponibilidad, orientación y consejo para realizar el presente trabajo.

RESUMEN:

Desde su publicación el trabajo de Harry Markowitz ha sido un gran referente en el campo de la gestión de carteras, posteriormente su trabajo ha servido a muchos autores como punto de partida para que construyesen nuevos modelos, el gran éxito que tiene a nivel teórico no se refleja en la actualidad a nivel práctico. En el presente trabajo se pretende demostrar que es posible crear carteras sobre el índice IBEX-35 que optimicen la rentabilidad para un nivel de riesgo con el modelo de Markowitz. Para ello primero se va a enmarcar en el entorno financiero español, posteriormente se van a explicar los modelos de gestión de carteras más utilizados escogiendo el de Markowitz para su posterior aplicación.

PALABRAS CLAVES:

Markowitz, Black-Litterman, CAPM, gestión de carteras, instrumentos de financiación, modelo.

ABSTRACT:

Since its publication Harry Markowitz' work has been a great leader in the field of portfolio management, then his work has served many authors as a starting point for them to build new models, the great success that has theoretically is not reflected in a practical level. The aim of the essay is to demonstrate that it is possible to create portfolios on the IBEX-35 index which maximizes the returns for a certain level of risk with the Markowitz' model. First I am going to frame it in the Spanish financial environment, later I will explain the most used management models portfolios choosing the Markowitz model for its application.

KEYWORDS:

Markowitz, Black-Litterman, CAPM, portfolio management, financing instruments, model

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1.- OBJETIVO

El objetivo principal del presente trabajo es describir el funcionamiento de un modelo de asesoramiento de creación de carteras eficientes con parte de los títulos del IBEX-35 a través del programa Excel usando para ello el modelo de Harry Markowitz.

A la hora de realizar este estudio han surgido objetivos intermedios de gran importancia para comprender el marco general en el que está encuadrado este trabajo, como son:

1º El estudio del entorno financiero en el que se va a llevar a cabo el estudio.

2º El proceso general de formación de carteras.

3º El estudio de otros modelos de gestión de carteras y que aportan al modelo de Markowitz.

4º En qué, difiere y cómo mejora, el trabajo posterior de Black-Litterman al de Markowitz.

5º Posibilidades de aprendizaje futuro sobre estos modelos.

1.2.- JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con el enfoque tradicional en cualquier decisión de inversión, el inversionista se encuentra ante dos objetivos, los cuales siguen una estrecha correlación: obtener la rentabilidad máxima y minimizar el riesgo para conseguir dicha rentabilidad.

En todas las posibles propuestas financieras, éste tendrá que decidirse por una de las posibles combinaciones del binomio rentabilidad-riesgo que satisfaga sus expectativas. Es aquí donde surge el concepto de cartera eficiente, esto es que cuanto mayor sea el riesgo de la inversión mayor debe ser la rentabilidad esperada para que sea atractivo para los inversores.

En los mercados financieros existen una gran variedad de productos para los inversores: acciones, participaciones en fondos de inversión, derivados, opciones, futuros, etc.

La gestión de muchos de estos productos es compleja, y para la mayoría de la gente una tarea impensable. En este trabajo de fin de grado se busca presentar un modelo que puede ser controlado por cualquier persona, sin grandes conocimientos de estadística y finanzas, siendo capaz de construir carteras eficientes sin requerir de potentes aplicaciones informáticas.

En ningún caso el presente trabajo pretende convertirse en una recomendación de inversión, tan solo se busca demostrar la posibilidad de desarrollar un modelo y enmarcar este dentro del sistema del que forma parte, en este caso el entorno financiero español.

1.3.- METODOLOGÍA

Este estudio de buscar carteras eficientes en el Índice español por excelencia, IBEX-35, se va a enfocar en encontrar las ponderaciones adecuadas de unos títulos previamente seleccionados con el fin de obtener las carteras que ofrezcan mayor rentabilidad para un nivel determinado de riesgo, teniendo en cuenta la vital importancia de la diversificación de los títulos.

Para el desarrollo de este modelo, se van a presentar previamente los dos modelos más comunes en la creación de carteras, de los cuales se elegirá uno.

El modelo se va a realizar con la aplicación Excel de Microsoft Office, ya que nos permite agrupar todos los datos obtenidos y posteriormente tratar la información. Las principales conclusiones y datos obtenidos se presentan en este trabajo, quedando el archivo Excel a disposición de quien quisiera más información sobre cómo se ha realizado el estudio.

CAPÍTULO II
LA DECISIÓN DE INVERTIR

2.1.- EL ENTORNO FINANCIERO

Las inversiones financieras por sí mismas no tienen una finalidad productiva, pero cumplen una gran función en la economía, ya que hacen posible la transferencia de fondos y riesgo entre los agentes de la economía.

Para que estas transferencias se puedan realizar con seguridad ha de existir un entorno en el que todos los elementos tengan unas normas que regulen las transacciones para garantizar la seguridad de los agentes. Estos diferentes elementos se concretan en:

2.1.1.- EL SISTEMA FINANCIERO

El sistema financiero reúne al conjunto de mercados, instituciones e instrumentos, cuyo fin primordial es poner en contacto a las unidades de gasto con superávit con las unidades de gasto con déficit; es decir, hay agentes económicos que tienen necesidad de recursos dinerarios para poder realizar sus planes de gasto y otros que tienen recursos disponibles que no necesitan utilizar hasta un momento futuro; para de esta forma canalizar el ahorro de unas a las necesidades de otras.

Las funciones del sistema financiero son:

- Garantizar una asignación eficiente de recursos. La principal función del sistema financiero no es otra que ser capaz de canalizar los recursos desde los agentes que tienen capacidad de financiación hacia aquellos que tienen necesidad de financiación.

Existen dos vías fundamentales para llevar a cabo ese trasvase de recursos:

- De forma directa: Esto es por medio de los mercados financieros. En este caso, el ahorrador asume directamente el riesgo con la entidad que obtiene los recursos.
 - De forma indirecta a través de la intermediación: En este caso, el ahorrador entrega su dinero a una entidad, que es la que asume el riesgo de la concesión de créditos a particulares, empresas o administraciones públicas.
- Ser capaz de captar el ahorro dando la remuneración adecuada al riesgo
 - Prestar a demandantes los recursos obtenidos en razonables condiciones de precio, cantidad y plazo.
 - Contribuir a la estabilidad monetaria y financiera.
 - Permitir, a través de su estructura, el desarrollo de una economía activa; mediante la evolución estable de las principales macromagnitudes monetarias y financieras.

El sistema financiero comprende:

- Instrumentos (activos) financieros: Son los elementos vehiculares necesarios a través de los cuales se logra la finalidad de la transferencia de fondos.

- Instituciones (intermediarios) financieras: Son los agentes económicos que posibilitan la intermediación entre las unidades con superávit y las unidades con déficit de recursos.
- Mercados financieros: Son los lugares, físicos o no, en donde los intermediarios financieros llevan a cabo las transacciones de los instrumentos financieros.

2.1.2.- LOS INSTRUMENTOS FINANCIEROS

Un instrumento financiero es una herramienta que canaliza el ahorro hacia una determinada inversión. Las empresas en su búsqueda de financiación pueden acudir al mercado financiero mediante la emisión de activos financieros. Esos activos constituyen un medio de mantener riqueza para quienes los poseen y un pasivo para quienes los generan. Por ello, al estar simultáneamente en el activo y el pasivo de los agentes económicos, los activos no contribuyen a incrementar la riqueza general del país, pero facilitan extraordinariamente la movilización de los recursos reales de la economía.

Los agentes con déficit emiten los títulos o simplemente los venden, por haberlos adquirido en períodos anteriores, y los agentes con superávit los mantienen por el tiempo deseado. También los intermediarios financieros adquieren estos títulos, los transforman y emiten otros más acordes con las preferencias de los ahorradores.

Las funciones principales de estos instrumentos financieros son permitir la transferencia de fondos, como ya se ha mencionado, y la distribución de riesgos entre las diferentes partes.

Las características principales de todo activo financiero son su liquidez, riesgo y rentabilidad.

- **Liquidez:** Es la capacidad y certeza de su realización en efectivo, u otro medio de pago a corto plazo, sin sufrir una pérdida significativa de valor. La liquidez la proporciona el mercado financiero donde el activo financiero se negocia. Por tanto, cuanto más líquido es un instrumento, más fácil será su transformación en efectivo, pues los activos más líquidos suelen ser los que presentan menor riesgo y por tanto menor rentabilidad.
- **Riesgo:** Es la solvencia del emisor del activo financiero para hacer frente a todas sus obligaciones, es decir la probabilidad de que al vencimiento del activo financiero el emisor cumpla sin dificultad las cláusulas de valorización y amortización del mismo.
- **Rentabilidad:** Se refiere a su capacidad de obtener intereses u otros rendimientos al adquiriente, como pago por su cesión temporal de fondos y por la asunción temporal de riesgos.

Existen diversos criterios de clasificación de los activos o instrumentos financieros, en función de la relación de propiedad o no:

- Activos de mercado monetario: Divisas, efectivos, etc. También se incluyen activos a corto plazo emitidos por deudores solventes (Estados, Comunidades Autónomas, entes públicos y grandes empresas). Ejemplos de activos monetarios son: los depósitos bancarios a corto plazo, las Letras del Tesoro, los repos, y los pagarés de empresa. También pueden incluirse en esta clasificación los fondos de inversión en activos del mercado monetario.
- Activos de renta fija o de deuda: Estos títulos engloban todos aquellos activos financieros que incorporan el derecho a recibir una renta o pagos periódicos en el futuro, en contraprestación a la entrega de una cantidad monetaria. Sus denominaciones varían, de forma que podemos encontrar: bonos, obligaciones, pagarés, letras, etc. Todos ellos tienen una característica en común: son préstamos materializados en diversas formas. Su objetivo último es la captación de financiación por parte del agente emisor del título a cambio del pago de un interés, bien sea en forma de pago periódico (o cupón) o por la diferencia entre el precio de compra y de venta.
- Activos de renta variable o de propiedad, acciones: En general a estos activos se les suele denominar Activos Financieros de Renta Variable, dado que su rentabilidad no es constante en el tiempo.
- Activos derivados: Engloban títulos que basan su evolución en otro activo subyacente normalmente una acción, un título de deuda, divisas o materias primas.

Los instrumentos financieros canalizan las fuentes de inversión mediante la captación de ahorradores o generadores de superávit, con la finalidad de proporcionar fuentes de financiación a los generadores de déficit, y fuentes de servicios financieros a ambos.

2.1.3.- LOS INTERMEDIARIOS FINANCIEROS

Los intermediarios financieros son las instituciones especializadas en la mediación entre las partes oferentes y las demandantes. Una característica común de ellos es que realizan operaciones de pasivo para obtener fondos de las unidades con superávit.

Entre los diferentes intermediarios financieros podemos encontrar las entidades que pertenecen al sistema bancario (Banco Central, las Cajas de Ahorro, la Banca Privada, y las Cooperativas de Crédito) y captan depósitos restituibles del público; y las que no pertenecen al sistema bancario y no captan sus fondos por medio de depósitos (Compañías aseguradoras, Fondos de Pensiones o Mutualidades, Sociedades de Inversión Inmobiliaria, Sociedades de Crédito Hipotecario, Entidades de Leasing, Entidades de Factoring, Sociedades Mediadoras del Mercado de Dinero, Sociedades de

Garantía Recíproca (SGR), Instituciones de Inversión Colectiva (IIC): fondos de inversión, SICAV, etc.) que se caracterizan porque sus pasivos no son dinero, por lo que su actividad es más mediadora que la de los intermediarios bancarios.

La intermediación en el sistema financiero no es directa puesto que hay una transformación de activos primarios a secundarios. Es decir, los intermediarios adquieren activos de los ahorradores en forma de inversión (Planes de Ahorro, Planes de Pensiones, Depósitos y Cuentas de Ahorro, etc.), y éstos los transforman y crean activos nuevos (Préstamos, Líneas de Crédito, Pólizas de Crédito, Líneas de Descuento, etc.) que colocan entre los que necesitan financiación.

Por otro lado el hecho de aceptar la intermediación nos supone un coste, las comisiones.

Y dado que nuestro sistema financiero es el continental, basado en el peso específico de las entidades bancarias, la normativa básica sobre las comisiones bancarias está recogida en la Orden EHA 2899/2011, de 28 de octubre, de transparencia y protección del cliente de servicios bancarios; desarrollada en aspectos importantes que afectan a la transparencia bancaria a través de la CIRCULAR 5/2012, del Banco de España, de 27 de junio, a entidades de crédito y proveedores de servicio de pago, sobre transparencia de los servicios bancarios y responsabilidad en la concesión de préstamos.

2.1.4.- LOS MERCADOS FINANCIEROS

Para poder efectuar las transacciones y transferencias de activos financieros es necesaria la existencia de los mercados financieros.

Un mercado financiero es el lugar de encuentro donde tiene lugar el intercambio de activos financieros entre los diferentes agentes económicos, los que necesitan dinero (demandantes o compradores) y los que pueden cederlo (oferentes o vendedores).

Para alcanzar el cumplimiento de sus funciones de una manera eficiente, un mercado financiero debe tener tres características fundamentales:

- **Transparencia:** La información sobre el mercado tiene que ser accesible de una forma fácil, rápida y barata.
- **Liquidez:** Si por cualquier circunstancia el inversor quiere retirar la cantidad invertida antes de la fecha de vencimiento puede negociar su venta al precio del mercado en ese momento.
- **Eficiencia:** Asegurar que sus precios reflejen en todo momento la información que les pueda afectar. Y que la aparición de nueva información en cualquier contexto se incorpore de forma inmediata a estos precios.

Según la forma en la que los agrupemos, existen varias clases de mercados financieros. Esta clasificación se puede ordenar de la forma que se recoge a continuación (fuente, BME-Bolsa y Mercados Españoles):

- Por el grado de organización:
 - Mercados organizados: Son los mercados que se rigen por reglas y normas a las que deben atenerse todos los participantes del mercado.
 - Mercados OTC no organizados (Over The Counter). Son los mercados en los que las condiciones de compraventa son fijadas libremente por las partes para cada operación.

- Por el tipo de activos:
 - Mercado de capitales: Se negocian activos financieros a largo plazo, por ejemplo las bolsas de valores.
 - Mercado Bursátil (MB), La Bolsa: Es el mercado de capitales por excelencia, siendo el lugar donde se realizan operaciones de compra y venta de valores mobiliarios.
 - Mercado Alternativo Bursátil (MAB): Se trata de un mercado dedicado a empresas de reducida capitalización que buscan expandirse, con una regulación a medida, diseñada específicamente para ellas y unos costes y procesos adaptados a sus características. (Hitos, 2009)
 - Mercado Español de Futuros Financieros (MEFF): Mercado secundario oficial respecto de los instrumentos comprendidos en el segmento denominado Derivados Financieros (futuros y opciones IBEX 35, futuros y opciones sobre acciones, futuros sobre el índice de dividendos, futuros sobre dividendos de acciones y futuros sobre el Bono Nocional a 10 años) y para instrumentos derivados sobre electricidad (MEFF Power). Por tanto, en él se cotizan productos derivados como son las opciones y los futuros.
 - Mercado AIAF (Asociación de Intermediarios de Activos Financieros), de referencia para la Deuda Corporativa o de renta fija privada: mercado regulado en contraposición con los mercados "Over The Counter", y está sometido al control y supervisión de las autoridades en cuanto a su funcionamiento y en materia de admisión a cotización de valores y difusión de la

información, como por ejemplo los pagarés de empresa de distintas empresas.

- Mercado Alternativo de Renta Fija (MARF): Se configura como una iniciativa para canalizar recursos financieros a un gran número de empresas solventes que pueden encontrar en este mercado una vía para obtener financiación mediante la emisión de títulos de Renta Fija.

- Mercado de renta fija para particulares SEND (Sistema Electrónico de Negociación de Deuda): Plataforma electrónica destinada a la negociación de Renta Fija para minoristas. (Roldan, 2006)

- Mercado de crédito a largo plazo: Su función reside en proveer de recursos permanentes a las empresas. Dentro del mercado de crédito a largo plazo se hallan: los préstamos de entidades financieras, préstamos de la banca oficial, préstamos sindicados, operaciones de leasing, operaciones de ventas a plazos, operaciones de factoring, sociedades de garantía recíproca y capital-riesgo, sociedades de crédito hipotecario. (González, 2014)

- Mercados monetarios: se negocian activos financieros a corto plazo, con poco riesgo y gran liquidez.
 - Mercado de Deuda Pública o Anotaciones en Cuenta: De referencia para la emisión de activos de deuda realizada por el Estado, Administraciones Públicas, Organismos Públicos y empresas públicas, con el fin de financiar sus actividades. Permite una eficaz ejecución de la política monetaria por parte del Banco de España, ya que mediante su actuación en el mercado controla la liquidez del sistema mediante diversos tipos de operaciones.

 - Mercado Interbancario de Depósitos: Se trata del mercado mayorista en el cual las diferentes entidades de crédito intercambian instrumentos financieros que poseen gran seguridad y liquidez, generalmente suelen ser operaciones a corto plazo. Este mercado permite a las entidades de crédito:
 - ❖ Gestionar de forma eficaz los excedentes de tesorería.
 - ❖ Cubrir desajustes temporales del coeficiente legal de caja.

- ❖ Financiar operaciones activas a otras entidades de crédito.
 - ❖ Servir como punto de referencia para la formación de los tipos de interés a corto plazo, como mecanismo para la política monetaria, debe de contribuir a la formación adecuada de la estructura temporal de los tipos de interés (E.T.T.I.).
- Mercados de Divisa o mercado de cambios FOREX (Foreign Exchange, FX): Es donde se establece el valor de las monedas en que se van a realizar las transacciones internacionales (divisas convertibles).
- Por la fase de negociación:
 - Mercado Primario: Se trata del mercado donde, por primera vez, se produce el traspaso de fondos desde las unidades con superávit hacia las unidades con déficit. En este mercado es donde se emite (primera colocación) el activo financiero por parte de su emisor.
 - Mercado Secundario: Es el mercado donde se negocian los activos una vez han sido emitidos en el mercado primario. Para que un activo financiero sea potencialmente colocado, tiene que estar dotado de cierta liquidez. Ésta se consigue gracias a la existencia de unos mercados "adicionales" donde el propietario de un título que vence en una fecha futura (más o menos lejana) puede recuperar el valor de su inversión mediante la venta del activo.
 - Por su estructura:
 - Mercado de búsqueda directa: Los compradores y vendedores han de localizarse directamente para realizar la compraventa de activos financieros.
 - Mercado de comisionistas (Brokers): Se produce cuando aparecen mediadores especializados cuya misión es poner en contacto a compradores y vendedores, cobrando una comisión por el servicio.
 - Mercado de mediadores (Dealers): El mediador compra el activo y lo vende a un comprador, es decir toma posiciones por cuenta propia. Su beneficio reside en la diferencia que obtiene en la venta respecto a la compra.

- Mercado ciego (Market Makers): El creador de mercado publica los precios a los que está dispuesto a hacer las operaciones de compraventa. Su beneficio está en el margen que obtiene.
- Por el plazo:
 - Mercados al contado: La operación coincide con la entrega del activo adquirido, por ejemplo las bolsas de valores.
 - Mercados a plazo: La operación se ejecuta al precio en el que se realiza la operación pero la entrega del activo se produce en una fecha determinada futura. Por ejemplo los mercados de opciones y futuros.
- Por el sistema de contratación:
 - Mercado electrónico: Mercado que se forma por el cruce de las operaciones que se introducen en un servidor central, no posee lugar físico de contratación. Por ejemplo, el mercado continuo de las bolsas españolas.
 - Mercado telefónico: Se trata de los mercados que no poseen lugar físico de contratación, generalmente son muy fluidos y se forman mediante los continuos contactos telefónicos entre los diversos operadores de mercado. Por ejemplo, los mercados de divisas.

2.1.4.1.- LOS MERCADOS SECUNDARIOS

Definimos un mercado financiero secundario como aquel mecanismo a través del cual se realiza el intercambio o transacción de activos financieros y se determina su precio, siendo irrelevante si existe un espacio físico o no.

La principal función de un activo financiero es poner en contacto a aquellos que necesitan fondos con los que están dispuestos a ofrecerlos, y fijar los precios justos de los activos financieros. Las principales funciones que se realizan en los mercados financieros son:

- Facilitar la puesta en contacto de los demandantes de fondos con los oferentes de fondos.
- La determinación del precio de los activos financieros.
- Dotar de liquidez a los activos financieros.

Los mercados financieros secundarios se caracterizan por:

- **Amplitud de mercado:** Referente al volumen de activos financieros negociados en un mercado. Un mercado amplio permite la satisfacción de oferentes y demandantes, dado que proporciona una gran gama de activos variados y acorde con las necesidades de los mismos.
- **Profundidad del mercado:** Reflejo del número de órdenes de compra y de venta existentes para cada tipo de activo financiero. Cuanto mayor sea el número de órdenes de compra y venta que hay para cada activo financiero un mercado será más profundo.
- **Transparencia del mercado:** Facilidad con la que los inversores pueden acceder a información relevante para la toma de decisiones. Cuanto más fácil, accesible y barato sea obtener la información del mercado necesaria para la toma de decisiones mayor transparencia tendrá el mercado.
- **Libertad del mercado:** La libertad del mercado viene dada por el nivel de intervención al que someten las autoridades monetarias al mercado que influye en la fijación de precios. Si el mercado es totalmente libre los precios se fijan por la libre concurrencia de oferta y demanda.
- **Flexibilidad del mercado:** Rapidez con la que los compradores y vendedores de títulos reaccionan ante cambios en las condiciones del mercado.

2.1.5.- LA BOLSA DE VALORES

La Bolsa es el mercado de capitales por excelencia. En ella se negocian activos financieros a medio y largo plazo. Las Bolsas de Valores se pueden definir como mercados organizados y especializados, en los que se realizan transacciones con títulos valores por medio de intermediarios autorizados.

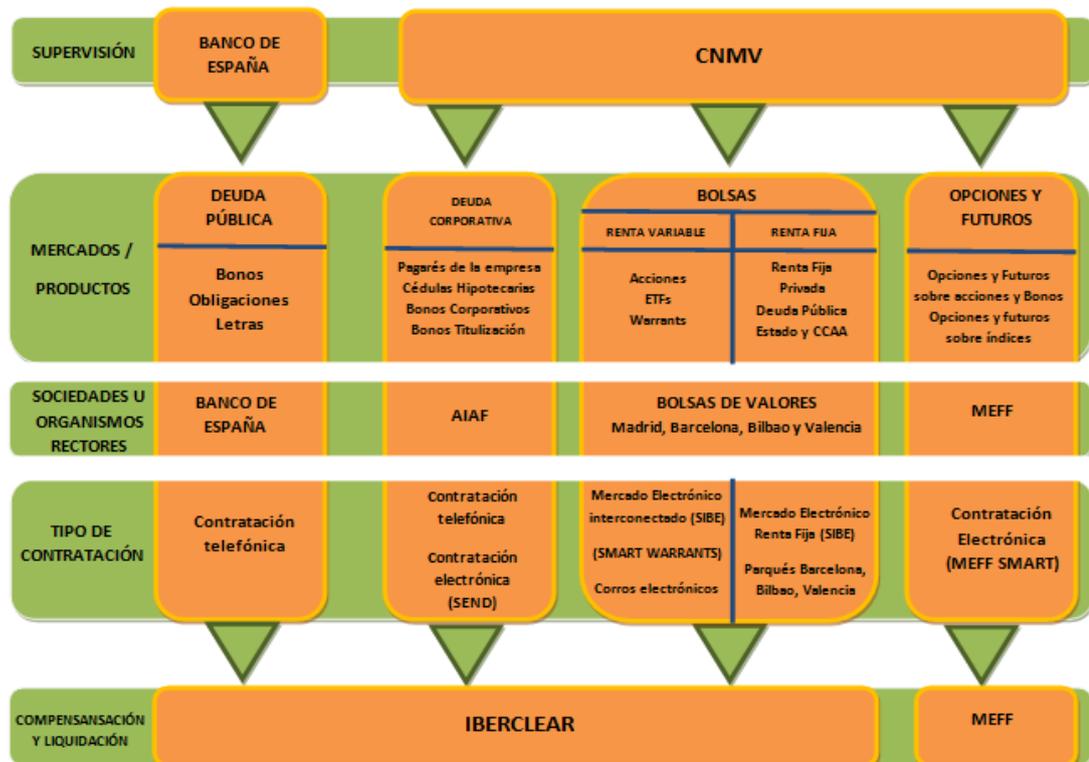
La Bolsa ofrece al inversor, y a los agentes económicos, las facilidades, mecanismos e instrumentos técnicos que facilitan la negociación de títulos valores susceptibles de oferta pública, a precios determinados mediante subasta.

Los recursos invertidos por medio de las Bolsas de Valores permiten tanto a las empresas como al Gobierno, financiar proyectos productivos y de desarrollo que generan empleos y riqueza para el país. Los inversores de estos recursos reciben a cambio la oportunidad de invertir en una serie de instrumentos que les permite diversificar su riesgo, optimizando sus rendimientos.

Las principales funciones de las Bolsas de Valores son:

- Facilitar las transacciones con valores y procurar el desarrollo del mercado de valores al proveer la infraestructura necesaria para poner en contacto a oferentes y demandantes de los valores en ellas cotizados.
- Servir de lugar de negociación de títulos valores.
- Inscribir títulos o valores para ser negociados en la Bolsa realizando previamente la revisión de los requisitos legales establecidos para tal fin.
- Mantener en funcionamiento un mercado organizado que ofrezca a sus participantes condiciones de seguridad, transparencia, información y formación de precios de acuerdo con la compra y venta de títulos y la reglamentación establecida para tal fin.
- Reglamentar y vigilar las actuaciones de sus miembros y velar por el cumplimiento de las disposiciones legales que permitan el desarrollo favorable del mercado y de las operaciones bursátiles.
- Dar liquidez a las inversiones entendiendo por liquidez como la facilidad con que se puede vender un activo y el coste en que se incurre para disponer del activo.
- Negociar el riesgo: Los instrumentos financieros que se negocian en los mercados de valores, son en efecto instrumentos con riesgo, y todos estos riesgos tienen una contrapartida, la rentabilidad.
- Formar precios ya que sirve a las empresas para valorar proyectos y determinar si son viables o no, y sirve a los inversionistas para valorar sus inversiones.

Figura nº 1: El mercado de valores español, mercados regulados



Fuente: BME (Bolsas y Mercados Españoles)

2.1.6.- LA EFICIENCIA DE LOS MERCADOS

La definición de mercado eficiente está asociada al concepto de igualdad de condiciones postulado por Cardano (1565) como un principio fundamental de los juegos de azar. Trasladándolo a los mercados bursátiles podría decirse que es la idea subyacente de la teoría de mercados bursátiles eficientes, dado que la igualdad de condiciones de información hace que el mercado de valores sea “un juego justo”, en el cual ningún agente puede obtener sistemáticamente ganancias extraordinarias a partir de cualquier tipo de información.

La definición moderna de mercado eficiente está fundamentada en los aportes de autores como Bachelier (1900), Samuelson (1965), Mandelbrot (1963); Malkiel (1992) y Fama (1965) y (1991); quienes, en general, plantean que un mercado es eficiente cuando en él se cuenta con la suficiente liquidez y racionalidad económica por parte de los agentes como para que cualquier tipo de información relevante sea absorbida por los precios de forma instantánea, generando un comportamiento aleatorio en ellos, lo que hace imposible su pronóstico sistemático.

Teóricamente se presentan tres niveles de eficiencia del mercado:

- Hipótesis débil: Los precios incorporan solamente la evolución histórica de las cotizaciones y los volúmenes de negociación. Eso implica que es una información pública y sin costes, por lo que todos los inversores parten del mismo punto y por tanto, puesto que solamente se parte de estas evoluciones históricas, se corresponde con el análisis técnico.
- Hipótesis semi-fuerte: Los precios incorporan toda la información pública disponible, es decir, la información pasada y la información actual, que hace referencia a los fundamentos de la empresa, por lo que se corresponde con el análisis fundamental.
- Hipótesis fuerte: Los precios incorporan toda la información, la pasada, la actual e incluso la no pública o privilegiada. Esta hipótesis asume que existen inversores que utilizan la información privada o privilegiada para obtener un beneficio adicional.

Supuestos de la hipótesis del mercado eficiente:

La hipótesis del mercado eficiente se fundamenta en varios supuestos:

- Desde el punto de vista institucional:
 - Los precios son libres, se forman por oferta y demanda sin ningún tipo de intervención y restricción.

- Hay libre entrada y salida del mercado. En el mercado no debe existir limitación a los agentes para comprar o vender activos en cualquier momento.
- El mercado provee toda la información relevante sin coste. Las instituciones que administran e intervienen en los mercados deben facilitar que la información relevante de cada activo esté disponible para el conocimiento de los agentes de forma “gratuita”. En este sentido Internet ha prestado un gran apoyo en la divulgación de la gestión empresarial.
- Desde el punto de vista de los agentes:
 - Los inversores hacen uso de toda la información relevante, sin embargo se debe tener en cuenta que un inversor considera la información importante dependiendo de su perfil; por ejemplo, Peters (1994) manifiesta que la información puede ser relevante dependiendo del horizonte temporal en el que el inversor está interesado en entrar o salir del mercado.
 - El uso que se hace de la información es económicamente correcto, es decir, los inversores son racionales y están de acuerdo en los principios de análisis de la información económica para llegar a precios cercanos al fundamental.

Estrictamente hablando, la hipótesis de Eficiencia de Mercado, no es posible contrastarla directamente, sin embargo existen aproximaciones empíricas para su comprobación, y es así como debido a las pruebas o metodologías más usadas (análisis técnico, modelos de predicción, estudio de la memoria de largo plazo y la aleatoriedad) diferentes autores obtienen evidencias para verificar la eficiencia débil, semifuerte y fuerte de los mercados bursátiles, en los diferentes períodos analizados.

2.2.-EL PROCESO DE GESTIÓN DE CARTERAS

En toda elección de inversión existen unos procesos de decisión que sin duda determinarán en el futuro el grado de éxito que el inversor alcanzará en la gestión de sus excedentes (inversiones).

El proceso de la gestión de carteras debe contemplar, como mínimo, las siguientes fases: Análisis del perfil de riesgo del inversor, asignación de los activos financieros, selección de clases de activos, grado de diversificación de las inversiones potenciales, construcción de carteras óptimas, gestionar la anterior combinación a lo largo del tiempo y la fase de medición del resultado de la gestión.

2.2.1.- ANÁLISIS DEL PERFIL DE RIESGO DEL INVERSOR

En esta fase hay que tener en cuenta su grado de aversión al riesgo, sus expectativas de rentabilidad, su horizonte temporal, sus necesidades de liquidez, etc.

Aunque se hacen distintas clasificaciones de los perfiles de riesgo de los inversores, una de las más utilizadas es la establecida por la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV) en: conservadores, moderados, arriesgados y muy arriesgados.

Aquellas personas encargadas de gestionar las carteras de terceros están obligados por ley a clasificar a sus inversores en una de estas categorías, si bien es cierto que los límites cambian dependiendo de la política de cada empresa, la experiencia que posea y las características que tengan los clientes.

2.2.2.- LA ASIGNACIÓN DE LOS ACTIVOS FINANCIEROS

Este proceso de decisión se puede definir cómo la forma de distribuir los excedentes generados por un inversor entre las diferentes clases de activos financieros existentes. Es una estrategia de componer carteras que consiste en combinar diferentes clases de activos financieros como: renta fija, renta variable, efectivo y otros valores financieros o no, en proporciones adecuadas, con el fin de lograr una relación rentabilidad-riesgo de acuerdo con el perfil de riesgo y los objetivos del inversionista.

Este proceso se compone de: Selección de las clases de activos, el grado de diversificación de las inversiones potenciales, construcción carteras óptimas

2.2.2.1.- SELECCIÓN DE LAS CLASES DE ACTIVOS

Es un proceso que consiste en considerar las diferentes opciones de inversión correctas para cada cliente o cartera. Estas opciones han de estar en concordancia con el análisis que anteriormente se ha realizado.

Una vez realizado el análisis del cliente, deberá analizarse el mercado para ver cuáles son los activos que más se ajustan a él. No consiste solo en tener en cuenta la rentabilidad y el riesgo de forma independiente, también se debe tener en cuenta la correlación de los mercados y activos, así como lograr una buena diversificación:

Las diferentes clases de activos se pueden clasificar en:

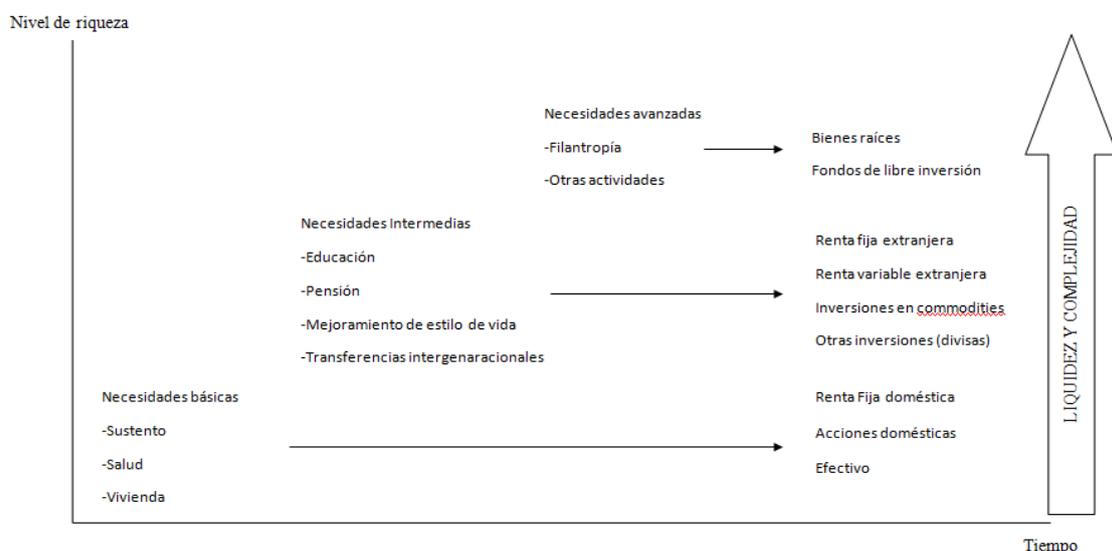
- Renta fija: Bonos, deuda pública y efectivo.
- Renta variable: Acciones, fondos de inversión (IIC) y ETFs (fondos cotizados) y a su vez en mercados nacionales o internacionales. Las acciones podremos dividirlas por su:

- Tamaño: Acciones de capitalización alta (large caps) de capitalización media (mid caps) y de capitalización baja (small caps).
 - Ubicación: Podríamos segmentarlas por acciones nacionales, extranjeras y emergentes.
 - Sector industrial: Es posible agruparlas por sectores.
 - Crecimiento/valor: La Bolsa permite un elevado grado de diversificación al poder combinar compañías en diferentes sectores, diversos ámbitos geográficos y de tamaños o características diversas. Acciones de "valor", que ofrecen una elevada rentabilidad por dividendos, pueden ser combinadas con acciones de "crecimiento", que ofrecen rentabilidad vía incremento de cotización.
- Commodities: Son bienes y materiales básicos, como el petróleo, el gas natural, oro, plata, café, maíz, azúcar.
 - Alternativos: Totalmente diferentes a todos los anteriores y que pueden ser financieros o no: Private Equity (o Capital Riesgo: emisiones privadas de acciones de compañías que no cotizan en la bolsa y emiten sus acciones a otras empresas especializadas con el fin de canalizar capital para proyectos, reestructuración o simplemente ampliar el capital) Hedge Funds (o Fondo de Cobertura: un tipo de fondo de inversión que se caracteriza porque dispone de un alto grado de libertad en la gestión de su patrimonio) obras de arte, objetos de colección y bienes inmuebles.

Elegir entre una clase de activos u otros dependerá en gran parte también de la edad del inversor, las necesidades de dinero, sus ingresos, sus responsabilidades, su excedente de dinero entre otros.

La siguiente gráfica relaciona el tiempo y el nivel de ingresos con el tipo de activos en los que usualmente invierten las personas

Figura n° 2: Relación entre edad del inversor y tipo de inversión



Fuente: Acciones & Valores

El gráfico trata de relacionar la edad del inversor (eje de abscisas) con su nivel de ingresos (eje de ordenadas) y como afectan estas variables al tipo de activo financiero elegido para componer su cartera y su relación con la liquidez y el riesgo:

- Las personas jóvenes generalmente tienen un nivel de ingresos bajos: sus preocupaciones, principalmente, son los bienes básicos: alimentación, salud y vivienda. Si después de afrontar esas necesidades básicas queda algún excedente, este es invertido generalmente en activos de renta fija o renta variable nacional o en efectivo. Es decir, en activos muy líquidos y poco complejos o de poco riesgo.
- Las personas más adultas generalmente tienen unos ingresos más altos: sus prioridades son mejorar el estilo de vida, la educación, la planificación de la jubilación y movimientos sucesorios o hereditarios. En esta etapa, generalmente se invierte en renta fija y variable extranjera y en otros tipos de inversiones como bienes inmuebles, divisas, etc. Estos activos son menos líquidos y más complejos por la mayor capacidad del inversionista para soportar pérdidas.
- Una vez que los inversores han cubierto las necesidades que ellos estiman oportunas, pueden dedicarse a la filantropía, ocio u otras actividades económicas. Una vez que el inversor llega a este punto, significa que puede soportar grandes pérdidas y no necesita el dinero en el corto plazo, por lo cual las inversiones se hacen en activos menos líquidos.

2.2.2.2.- EL GRADO DE DIVERSIFICACIÓN DE LAS INVERSIONES POTENCIALES

A la hora de diversificar la cartera, el inversor debe tener claros ciertos aspectos de su inversión, uno de los más importantes es el horizonte temporal de la misma. Una clasificación válida dependiendo del horizonte temporal sería: Mmenos de un año, a corto plazo; de uno a cuatro años, a medio plazo; más de cuatro años, a largo plazo. También deben ser tenidas en cuenta las necesidades de liquidez, la fiscalidad de los activos por los que está compuesta la cartera, y el perfil del inversor, su grado de aversión al riesgo: conservador, moderado, arriesgado, etc.

Para lograr una buena diversificación no es necesario tener un gran número de activos, en muchas ocasiones esto es incluso peor. La recomendación de los expertos es que se debe escoger el número adecuado de activos que permitan una correcta diversificación teniendo en cuenta el riesgo que estén dispuestos a asumir y las condiciones económicas y financieras de ese momento en concreto.

Una correcta diversificación ayudará a mejorar la calidad de la cartera, si bien es cierto que en algunas ocasiones se puede perder algo de rentabilidad, jamás debe ser escogida una cartera mal diversificada. En este último supuesto, las posibilidades de pérdida por factores externos nos harían perder una gran cantidad de dinero.

Posteriormente en este estudio se tratará de mostrar cómo se puede conseguir una correcta diversificación obteniendo buenas rentabilidades.

2.2.2.3.- CONSTRUCCIÓN DE CARTERAS ÓPTIMAS

Es la determinación de la combinación de tipos de activos que mejor se ajustan a las características del inversor. La construcción puede efectuarse de manera conjunta, o diferenciando las distintas clases de activos y de mercados; esto nos garantiza que gracias a las restricciones propias de cada cartera estaríamos minimizando el riesgo para cada nivel de rentabilidad esperada o viceversa, dado un nivel de riesgo determinado para conseguir maximizar la rentabilidad esperada de la cartera.

En esta fase se determina la importancia relativa y el riesgo que cada activo financiero tendrá dentro de la cartera.

Tras seleccionar los distintos tipos de activos en los que se desea invertir, el inversor debe realizar la asignación estratégica y táctica de los mismos.

I. Asignación estratégica

Consiste en decidir en qué porción conformará cada clase de activo financiero su cartera.

Para ello se debe atender a los siguientes principios:

- Relacionados con el activo: referentes a la naturaleza del activo financiero.
- Relacionados con el mercado: referentes al grado de correlación o la evolución del activo y su mercado, es decir, reacciones ante alteraciones del mercado por subidas o bajadas de elementos fundamentales de ese mercado (tipo de interés), realizado un análisis de los diferentes escenarios.
- Relacionados con el inversionista: el inversor debe conocer perfectamente su perfil de riesgo y sus necesidades, siendo necesario además de esto que escoja con precisión los modelos a emplear teniendo en cuenta las condiciones por las que se rige el mercado en ese momento, además de ello debe ser razonable y consistente a la hora de tomar decisiones (Wilson, Alayón, Alarcón, 2011).

II. Asignación táctica

Consiste en reconducir o modificar las ponderaciones, que dentro de la cartera, inicialmente tuvieron los diferentes tipos de activos tratando de aprovechar las oportunidades o expectativas y las acomodaciones a la situación del mercado.

A diferencia de la asignación estratégica, la asignación táctica resalta el corto plazo a través de la reasignación o recomposición de la asignación táctica periódicamente. Una correcta reasignación genera rentabilidad y disminuye el riesgo, ayudando a alcanzar los objetivos de rentabilidad-riesgo en el largo plazo.

El momento de reasignar surge de acuerdo con parámetros relacionados con:

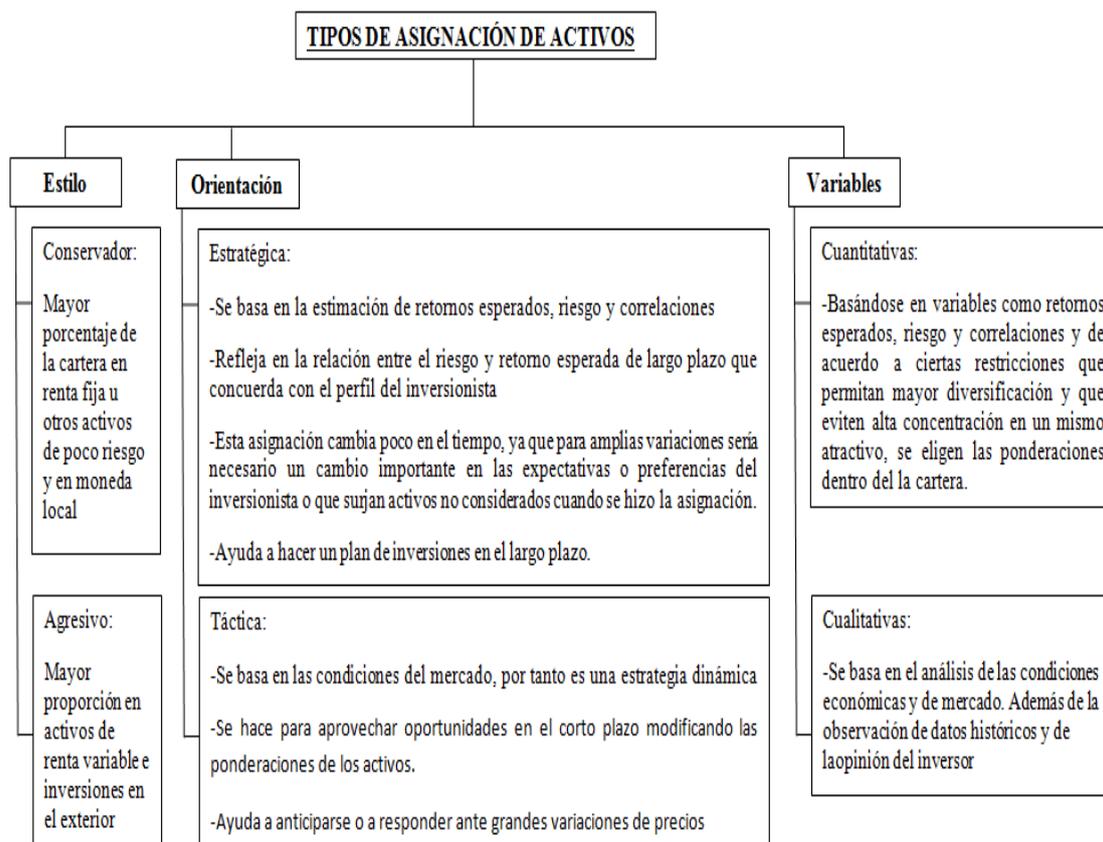
- El valor del activo: por alcanzarse el cumplimiento del objetivo, o por la existencia de otro más idóneo.
- El riesgo del activo: por descenso de rentabilidad o del precio por debajo del porcentaje de riesgo fijado para el perfil, o por ponderaciones específicas del riesgo para la economía o un sector industrial.

2.2.2.4.- GESTIONAR LA ANTERIOR COMBINACIÓN A LO LARGO DEL TIEMPO

Una vez formada la cartera, dado que el mercado cambia, se deben hacer reajustes en la cartera, esto puede conllevar ciertos problemas si se realizan con gran frecuencia ya que los costes operacionales podrían aumentar considerablemente; pero en el caso de que no se realizasen estos reajustes, pasado el tiempo puede que la asignación que se realizó de la cartera deje de ser la correcta con respecto a los objetivos.

En función de las diferentes asignaciones de activos, se pueden clasificar según el estilo, la orientación y las variables. Normalmente se combinan varios elementos de dicha clasificación para conseguir que la cartera esté compuesta por las proporciones que más concuerden con las necesidades del inversor.

Figura n° 3: Tipos de asignación de activos



Fuente: Acciones & Valores

2.2.3.- LA FASE DE MEDICIÓN DEL RESULTADO DE LA GESTIÓN

Este análisis es realizado *ex post* y es fundamental para valorar como ha funcionado la cartera. La atribución de resultados a las distintas clases de activos nos permitirá tener una opinión diferenciada de cómo han contribuido los mismos al resultado total de la cartera.

Es importante analizar y seguir el comportamiento de las carteras en su conjunto y el de los activos individualmente.

El análisis de los resultados de la gestión («performance») se corresponde con la evaluación de las decisiones adoptadas: se trata de comparar los resultados previstos con los realmente obtenidos, tanto de manera absoluta como relativa respecto a los índices de referencia («benchmarks»), los mercados o la rentabilidad objetivo de la propia cartera (Torres, 2011).

Esta medición se realiza a través de diferentes instrumentos:

- Ratios de rentabilidad.
- Ratios de rentabilidad ajustada al riesgo.

Uno de los estudios pioneros y más ampliamente citados sobre la importancia de la asignación de valores fue llevado a cabo por Brinson, Hood y Beebower(1886). Estos investigadores, al estudiar los fondos de pensiones, sacaron la conclusión de que más del 90% de las variaciones de los rendimientos trimestrales, considerados en conjunto a lo largo de un cierto tiempo, podían atribuirse a la asignación de activos. Menos de un 10% eran provocados por las circunstancias del mercado o por la selección de activos. (Torres, 2011).

Este tipo de estudios llevan a la conclusión de que los inversores deberán cuantificar la masa monetaria destinada a cada tipo de activo financiero de la cartera, con preferencia sobre con que activos concretos van a construir la cartera.

CAPÍTULO 3
MODELOS DE CREACIÓN DE CARTERAS

3.1.- MODELO DE MARKOWITZ

La selección de cartera constituye uno de los mayores problemas con los que se encuentran los inversores, sobre todo los pequeños y medianos. A esto hay que sumarle el no saber en qué activos invertir el dinero, debido a la gran amplitud de productos financieros disponibles, la mayoría de ellos con características diferentes unos de otros.

En el ámbito de la selección de carteras, ocupa un lugar muy destacado Harry Markowitz, que publicó un artículo “Portfolio Selection” en la revista *Journal of Finance*. Este artículo está basado en su tesis y en él se plantea un modelo de selección de carteras para títulos que poseen liquidez inmediata. Posteriormente, en 1959 el autor publicó la obra *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*, en el cual desarrolla aún más su teoría.

Desde su publicación el modelo de Markowitz recibió un gran éxito a nivel teórico, sentó la bases de la gestión de carteras y dio lugar a múltiples derivaciones y nuevos trabajos basados en el suyo. No obstante este éxito a nivel teórico no fue tal en la práctica. Los principales motivos por los que no fue así fueron, en un inicio, la complejidad matemática del modelo, el número de estimaciones de rentabilidades esperadas, covarianzas y varianzas que son necesarias para llevar a cabo el modelo es muy grande. Este número de estimaciones viene dado por la expresión:

$$\frac{(N^2 + 3N)}{2}$$

Siendo N el número de títulos de la muestra considerada. Esto llevó a que William Sharpe plantease, con el fin de simplificar el modelo, la suposición de la existencia de una relación lineal entre el rendimiento del título y la cartera del mercado. Gracias a esta suposición es posible la definición del riesgo de la cartera sin utilizar las covarianzas, lo que supone una gran simplificación de los cálculos. En la actualidad, gracias a los avances de la tecnología y el posible uso de software reducen este problema, lo que ha hecho que el modelo de Sharpe caiga en desuso.

Son muchos los autores que han tratado de simplificar el modelo de Markowitz, algunos de ellos son: Elton, Gruber y Padberg (1976, 1978) o Konno y Yamazaki (1992). Pero ha sido demostrado que todos estos modelos construyen estrategias sub-óptimas de inversión.

Las principales críticas teóricas que ha recibido Markowitz están basadas en no tener en cuenta los impuestos, ni los costes de transacción, y considerar la perfecta divisibilidad de los títulos seleccionados y además no incorpora ninguna herramienta para que el inversor conozca su nivel de riesgo.

Algunas de estas razones podrían corregirse introduciendo nuevos datos en el modelo, pero la introducción de estas nuevas variables podría dar como resultado la nulidad del modelo en el caso de que no se calculasen correctamente.

Normalmente, la inclusión de cualquier restricción adicional en el modelo genera una frontera de carteras eficientes que es dominada por la que resulta cuando no se tienen en cuenta las restricciones mencionadas. Es decir, dichas carteras no son tan eficientes como debieran (Haugen, 1993 y Fisher y Statman, 1997).

Los aspectos negativos no deben ser un obstáculo insalvable para la aplicación del modelo ya que lo verdaderamente importante es que su funcionamiento en la práctica sea el correcto (Iglesias, 1998).

Las ventajas que tiene el uso de una técnica de optimización como el modelo de Markowitz son: (Michaud, 1989)

- Satisfacción de los objetivos y restricciones de los inversores: Los optimizadores de cartera proporcionan un marco adecuado para integrar una gran variedad de simples restricciones y objetivos con la forma en que se estructura la cartera.
- Control de la exposición de la cartera al riesgo: Los optimizadores de la cartera pueden ser usados para controlar la exposición al riesgo de varios de los componentes.
- Establecimiento de un estilo de inversión: El estilo de inversión y el panorama de mercado pueden estar reflejados dentro del marco que propone Markowitz, eligiendo la correcta exposición a varios factores de riesgo, el universo de acciones de interés y la referencia de rendimiento.
- Uso eficiente de la información: Los optimizadores están diseñados para usar la información de manera óptima en el contexto total de la cartera.

3.1.1.- MEDIA-VARIANZA MARKOWITZ

El pilar central del estudio de Markowitz se basa en la diversificación de carteras y en mostrar cómo es posible reducir el riesgo de la cartera combinando activos con correlación menos que perfecta, sin sacrificar la rentabilidad esperada. Teóricamente, dos valores con correlación perfectamente negativa podrían reducir el riesgo a cero al combinarse en la proporción óptima. El principal problema se encuentra en que en la realidad es muy extraño encontrar este tipo de valores, por lo que la diversificación perfecta debe tratar de encontrar aquellos valores cuya correlación sea lo menos perfecta posible (Rafael Cruz, 2012). Suponiendo que tenemos una cartera de n activos, y estos activos tienen unas rentabilidades esperadas de $E(R_1) = \bar{R}_1$, $E(R_2) = \bar{R}_2$, ..., $E(R_n) = \bar{R}_n$

Sabiendo las rentabilidades individuales de los títulos, podemos calcular la rentabilidad esperada de la cartera:

$$E(R_{cart}) = W_1E(R_1) + W_2E(R_2) + \dots + W_iE(R_n)$$

De manera simplificada:

$$E(R_{cart}) = \sum_{i=1}^N E(R_n)W_n$$

Donde:

- $E(R_{cart})$ = Rentabilidad esperada de la cartera
- $E(R_n)$ = Rendimiento esperado del título n
- W_n = peso en la cartera del título n

O lo que es lo mismo: la rentabilidad esperada de la cartera es igual a la suma de los productos de las rentabilidades individuales por el peso que tienen dentro de la cartera. Por lo cual, encontrar la rentabilidad esperada de una cartera es sencillo una vez que tienes las rentabilidades individuales y los porcentajes que forman la cartera. (Luenberger, 1998)

La varianza o la desviación típica estándar se utilizan para medir la dispersión, como medida del riesgo de la variable aleatoria de la rentabilidad, este cálculo debe realizarse individualmente y para toda la cartera.

A continuación vamos a determinar cómo se calcularía la varianza de una cartera:

$$\sigma^2 = E[(R - \bar{R})^2]$$

$$\sigma^2 = E \left[\left(\sum_{i=1}^n W_i R_i - \sum_{i=1}^n W_i \bar{R}_i \right)^2 \right]$$

$$\sigma^2 = E \left[\left(\sum_{i=1}^n W_i (R_i - \bar{R}_i) - \sum_{i=1}^n W_j (R_j - \bar{R}_j) \right)^2 \right]$$

$$\sigma^2 = E \left[\sum_{i,j=1}^n W_i W_j (R_i - \bar{R}_i) - (R_j - \bar{R}_j) \right]$$

$$\sigma^2 = \sum_{i,j=1}^n W_i W_j \sigma_{ij}$$

Este resultado nos muestra que la varianza de una cartera puede ser calculada sencillamente con las covarianzas de las parejas de activos y los pesos de los activos en la cartera, de tal manera que el riesgo de una cartera quedaría:

$$\sigma_{cart} = \sqrt{\sum W_i^2 \sigma_i^2 + \sum_i \sum_j W_i W_j \sigma_{ij}}$$

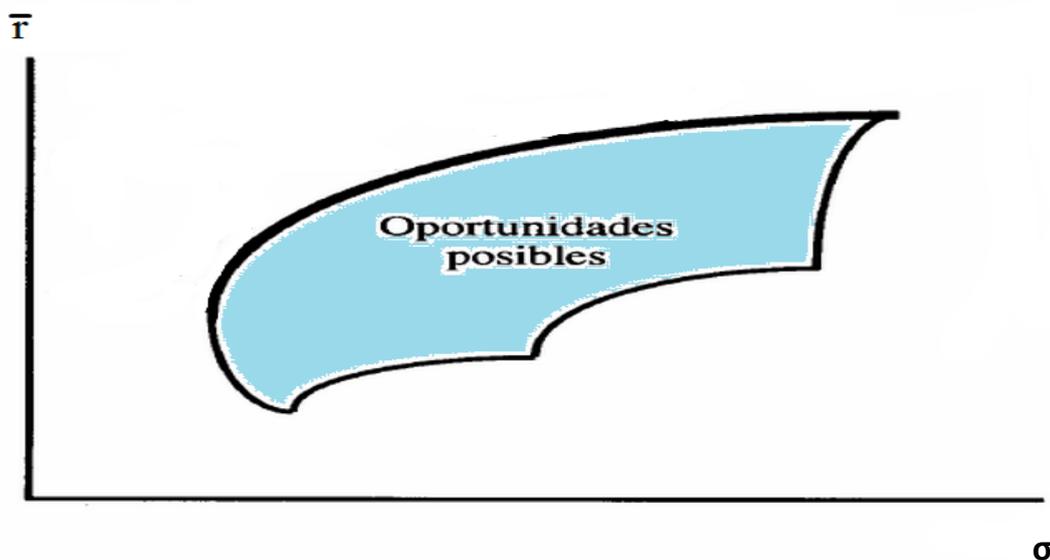
Siendo:

- σ_{cart} = Desviación típica de la cartera
- W_i^2 = Peso al cuadrado del título i en la cartera
- σ_i^2 = Varianza del título i
- σ_{ij} = es la covarianza o grado en el que los títulos i y j se mueven en relación a su media a lo largo del tiempo. Se calcula de la siguiente manera:

$$\circ \sigma_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i,j=1}^n [(R_i - E(R_i)) (R_j - E(R_j))]$$

Una vez hayamos estimado estos parámetros para cada una de las carteras que vamos a crear, si las colocamos en un gráfico, estaríamos representando el conjunto de posibles oportunidades de inversión del mercado:

Figura n° 4: Conjunto de posibles carteras



Fuente: Elaboración propia

Todas las posibles carteras se encontrarían dentro de estos límites.

Se trata de buscar entre el conjunto de todas estas carteras aquellas que resulten mejores respecto a dos criterios, riesgo y rentabilidad. Es natural pensar que los inversores eligen el conjunto de combinaciones de riesgo-rentabilidad como un óptimo de Pareto.

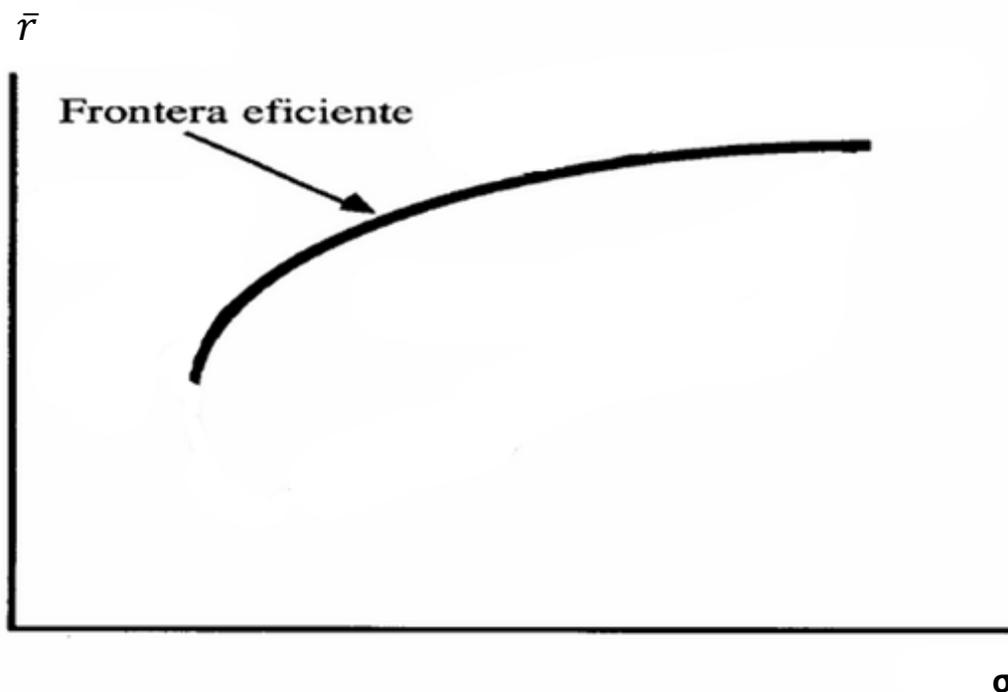
Un óptimo de Pareto se produce cuando dado un conjunto de soluciones, no es posible encontrar una que mejore al resto de criterios sin empeorar al menos uno de los demás criterios.

Por ello podemos decir que la frontera eficiente que se constituye con el modelo de Markowitz, está formada por óptimos de Pareto. Estas soluciones se tratan de aquellas no dominadas y para que se cumpla esto deben darse las siguientes condiciones:

- Para un determinado nivel de riesgo medido por la desviación típica, que soporta el inversor, no debe haber otra cartera que ofrezca más rentabilidad.
- Para el rendimiento esperado por el inversor, no debe haber una cartera con más riesgo.

A continuación podemos ver representadas todas las carteras eficientes, que forman la frontera eficiente:

Figura n° 5: Frontera eficiente



Fuente: Elaboración propia

Esta curva, representada en el gráfico superior, contiene las mejores carteras de todas las posibles. Representa las carteras con máxima rentabilidad para un nivel de riesgo dado. Todas ellas serían carteras óptimas.

La forma de conseguir estas carteras, las que están en la frontera eficiente, Markowitz la plantea como un problema de optimización de la rentabilidad esperada de la cartera para cada uno de los valores del riesgo de esta:

$$\text{máx. } E(R_{cart}) = \sum_{i=1}^N W_i * R_i$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$\sigma_{cart}^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_i * W_j * \sigma_{ij} = V^*$$

$$\sum_{j=1}^N W_i = 1$$

$$W_i \geq 0$$

Siendo V^* un parámetro establecido previamente para la varianza de la cartera, la segunda restricción nos indica que se debe agotar el total del presupuesto para invertir, es decir que la suma de los pesos de los títulos de nuestra cartera tiene que ser igual al 100% y la tercera restricción nos indica que no se pueden tomar posiciones en corto.

También es posible el planteamiento de esto último desde el punto de vista de minimizar el riesgo, de tal manera que optimizaríamos la rentabilidad esperada fijando el nivel de riesgo:

$$\text{min } \sigma^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_i * W_j * \sigma_{ij}$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

$$E(R_{cart}) = \sum_{i=1}^N W_i * E(R_i) = E^*$$

$$\sum_{j=1}^N W_i = 1$$

$$W_i \geq 0$$

Siendo las restricciones similares a las del caso anterior.

3.1.2.- LA DIVERSIFICACIÓN SEGÚN MARKOWITZ

Las carteras con unos pocos activos pueden estar sujetas a un alto grado de riesgo, representado por una varianza elevada. Como norma general, la varianza del retorno de la cartera puede ser reducida incluyendo nuevos activos en la cartera, esto es el proceso conocido como diversificación.

Los efectos de la diversificación pueden ser calculados mediante el uso de fórmulas que combinen varianzas. Supongamos como ejemplo que existen muchos activos, los cuales tienen correlación nula. Esto significa que el retorno esperado de cada uno de ellos no está relacionado con el resto de activos.

Suponiendo que la tasa de retorno esperada de estos activos en media es m y la varianza es σ^2 , como siguiente paso conjeturamos que la cartera está construida tomando iguales porcentajes de esos activos (n). Esto implicaría que $W_i = 1/n$ para cada i .

La tasa de rendimiento global de esta cartera, sería:

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i$$

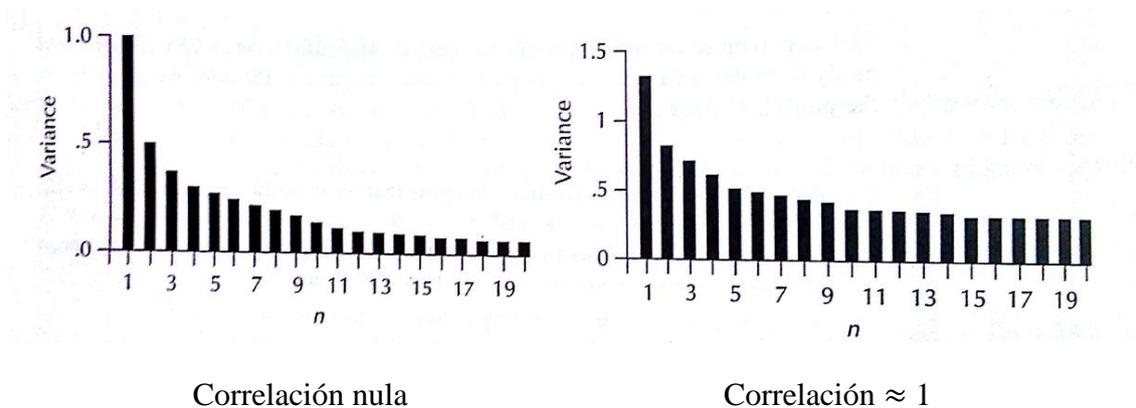
La media del valor de esta $\bar{r} = m$, que es independiente de n . La varianza correspondiente es:

$$var(r) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sigma^2 = \frac{\sigma^2}{n}$$

Para la anterior fórmula hemos supuesto que los retornos de los activos tienen correlación nula. Se puede observar que la varianza disminuye rápidamente a la vez que n aumenta.

En los gráficos que se exponen a continuación se puede observar la varianza en función del número de títulos, la mejora en el gráfico de la izquierda respecto al de la derecha se obtiene cambiando seis títulos existentes por otros que tienen correlación nula.

Figura n° 6: Efectos de la diversificación



Fuente: (Luenberger, 1998)

Este análisis sobre la correlación tiene algunos inconvenientes, debido a que hemos asumido que todos los retornos esperados de los títulos son iguales.

En la mayoría de los casos la diversificación a la vez que reduce la varianza también debería reducir la rentabilidad esperada global de la cartera, esto no se va a producir si se lleva a cabo una correcta diversificación.

En el caso de que los activos tengan una correlación nula, es posible reducir la varianza casi a cero tomando un gran número de activos. En el caso de que la correlación sea positiva, es más complicado reducir la varianza, y casi seguramente no lleguemos a un nivel tan bajo de varianza como si fueran activos no correlacionados. (Luenberger, 1998)

Muchos inversores no quieren sacrificar parte de la rentabilidad esperada con el fin de reducir el riesgo. Esto es uno de los principales objetivos del modelo de Markowitz, demostrar que es posible mantener la rentabilidad a la vez que se reduce el riesgo mediante una correcta diversificación.

3.2.- CAPM

El CAPM, Capital Assets Price Model fue desarrollado simultáneamente por varios autores, William Sharpe, F. Sharpe, John Linter y Jan Mossin. Este modelo se basa en trabajos y publicaciones anteriores de Markowitz.

3.2.1.- LA ECUACIÓN DE EQUILIBRIO

El CAPM es un modelo de equilibrio, en el sentido que se deriva de las relaciones entre los activos negociados basados en algunos fuertes supuestos sobre el comportamiento de los inversores en el mercado.

El punto de inicio del CAPM es la media-varianza descrita en el punto anterior, en el que los valores se caracterizan por su rendimiento durante el periodo considerado y la desviación típica.

En este modelo se postula la gran presunción de que todos los inversores están interesados solo en la rentabilidad esperada, la varianza y la covarianza de los títulos.

Para su desarrollo también se asume que no hay comisiones ni costes de transacción y los inversores pueden tomar posiciones cortas sin restricciones. También pueden prestar y pedir prestado usando el activo libre de riesgo. Este activo como su propio nombre indica es un activo que promete una rentabilidad cierta, su riesgo medido por su varianza y desviación típica es cero.

La gran conclusión del CAPM es la siguiente: en un mundo idealizado en el que todos los inversores se mueven por la media-varianza y todos tienen las mismas estimaciones, todos ellos adquirirían la misma cartera y esta debe ser igual a la cartera de mercado.

En otras palabras, los precios se ajustan para impulsar el mercado a la eficiencia. Así, después de que el resto de los inversores hayan hecho los ajustes, podemos estar seguros que la cartera eficiente es la cartera de mercado.

3.2.2.- LÍNEA DE MERCADO DE CAPITALES (CML)

Esta línea satisface la relación entre la rentabilidad esperada y el riesgo medido con la desviación típica para las carteras eficientes, debido a que los precios deben ajustarse para estar sobre esta línea.

Está formada por todas las carteras eficientes posibles, todas ellas cumplen la siguiente ecuación:

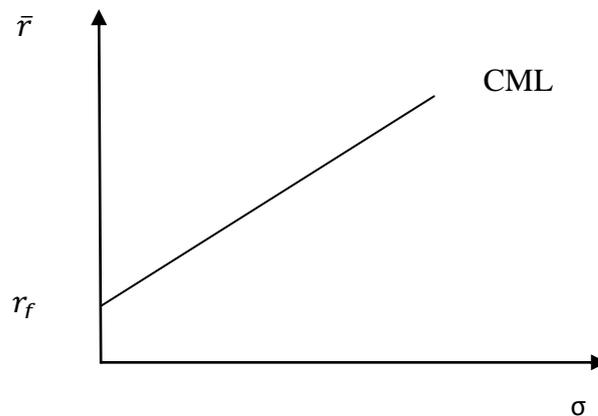
$$\bar{r} = r_f + \frac{\bar{r}_M - r_f}{\sigma_M} \sigma$$

Donde \bar{r}_M es la rentabilidad esperada de mercado, σ_M es la desviación típica del mercado, r_f es el activo libre de riesgo, \bar{r} es la rentabilidad esperada del activo y σ es la desviación típica del título.

Siendo la pendiente de esta ecuación: $\frac{\bar{r}_M - r_f}{\sigma_M}$ el precio de mercado del riesgo, esta ecuación nos indica cuánto va a aumentar la rentabilidad esperada de una cartera por cada unidad que aumente la desviación típica.

A continuación se representa gráficamente la CML o también llamada línea de mercado de capitales:

Figura n° 7: Línea de mercado de capitales



Fuente: Elaboración propia

3.2.3.- EL MODELO DE PRECIOS

La CML nos muestra la línea de carteras eficientes en relación a su desviación típica, pero no nos muestra la rentabilidad esperada de un título concreto en relación a su desviación típica. Esta relación se establece por medio del modelo de precios de activos.

El resultado fundamental del CAPM queda recogido en la siguiente expresión:

$$\bar{r}_i = r_f + \beta_i(\bar{r}_M - r_f)$$

Donde:

- $\beta_i = \frac{\sigma_{iM}}{\sigma_M^2}$; Este valor se refiere a la beta del activo.
- $(\bar{r}_M - r_f)$ es el exceso esperado de la tasa de retorno de un activo i, o dicho de otra manera es lo que se espera que un activo determinado supere a la tasa libre de riesgo.

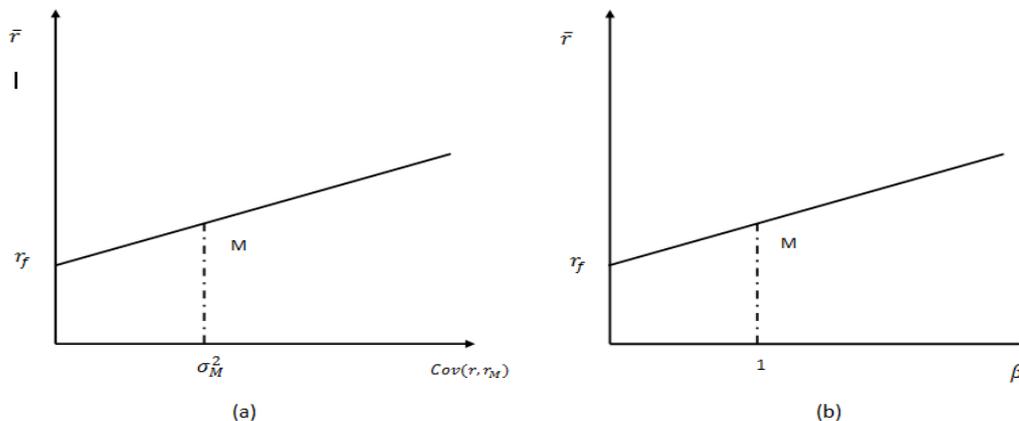
El CAPM nos ofrece una buena interpretación de los retornos en equilibrio, a través del parámetro β . Las carteras con una beta mayor deben ofrecer equilibrio, un retorno esperado mayor.

3.2.4.-SECURITY MARKET LINE (SML)

Lo expuesto anteriormente puede ser expresado gráficamente con respecto a la fórmula como una relación lineal. A esta relación se le denomina security market line (SML).

A continuación puede verse representada:

Figura nº 8: Security Market Line



Fuente: (Luenberger, 1998)

Ambos gráficos nos muestran la variación lineal de \bar{r} . El de la izquierda (a) lo expresa en relación con la covarianza y el de la derecha (b) lo expresa en relación con la beta.

Bajo condiciones de equilibrio asumidas por el CAPM, cualquier activo debe estar en la SML.

La SML expresa la estructura de riesgo recompensa de activos de acuerdo con el CAPM, y pone énfasis en que el riesgo de un activo viene dado por la función de su covarianza con el mercado o equivalentemente, en función de su beta.

3.2.5.- INFORMACIÓN DE PRECIOS DE LOS ACTIVOS. LAS MEDIDAS DE LA PERFORMANCE

El CAPM tiene una gran importancia porque tiene un gran número de aplicaciones prácticas. Suponiendo que el modelo es correcto nos da información muy útil puesto que nos dice que activos están correctamente valorados y cuales están sobrevalorados e infravalorados.

Uno de los objetivos de las medidas de la performance es medir la actuación de los gestores de carteras en función de su rentabilidad y riesgo.

Las medidas clásicas de la performance son tres:

3.2.5.1.- ALFA DE JENSEN

La fórmula de este índice es la siguiente:

$$\alpha_i = \bar{r}_i - [r_f + \beta_i(r_m - r_f)]$$

El alfa de Jensen sirve para medir la calidad de la cartera, explica el exceso de rentabilidad obtenido por la cartera para un nivel de riesgo determinado.

El alfa de Jensen nos explica la diferencia entre la rentabilidad esperada (\bar{r}_i) y la que ha obtenido la cartera. Dependiendo de lo como sea la calidad de la cartera puede ser positivo, negativo o neutro.

3.2.5.2.- ÍNDICE DE TREYNOR

Otra de las medidas de la performance es el índice de Treynor, cuya fórmula es:

$$T_i = \frac{(\mu_i - R_f)}{\beta_i}$$

Donde $\mu_i - R_f$ es el exceso de rentabilidad que se exige. Si el índice de Treynor de un determinado título es mayor que el índice de Treynor del índice de mercado $\mu_M - R_f$, en este caso la seguridad está funcionando mejor de lo que debería de acuerdo con el CAPM.

Sin embargo, para que la beta sea un indicador de riesgo correcto es necesario conseguir una perfecta diversificación.

En el caso de que la diversificación no fuera buena, el índice de Treynor no tendría mucho sentido, y sería más apropiado usar el índice de Sharpe.

3.2.5.3.- ÍNDICE DE SHARPE

La expresión del índice de Sharpe se define como:

$$S_i = \frac{(\mu_i - R_f)}{\sigma_i}$$

Cuanto mayor sea este índice, mejor es la rentabilidad de la cartera comparada con el riesgo que se ha asumido al realizar la inversión.

Nos muestra cuanto compensa al inversor asumir el riesgo de dicha inversión.

3.3.- MODELO DE BLACK-LITTERMAN

Fischer Black y Robert Litterman (1991,1992) plantearon un modelo para enmendar algunos de los inconvenientes que esbozaba el modelo de Markowitz, este trabajo se conoce bajo el nombre de “*Black-Litterman Global Asset Allocation Model*” y se publicó en septiembre de 1992 en el *Financial Analyst Journal*.

3.3.1.- DEFINICIÓN DEL MODELO

Este modelo parte de la hipótesis previa de una situación de equilibrio en el mercado, o dicho de otra manera que las rentabilidades esperadas por los inversores igualen a la oferta y la demanda de activos financieros. Este es el motivo por el que en el modelo de Black-Litterman no es necesario que el inversor espere una rentabilidad para cada activo.

En el caso del modelo Black-Litterman los retornos de equilibrio se pueden interpretar en torno a una teoría, tal como el CAPM, o en términos de la oferta existente de activos ponderados por valor de mercado. Esta última interpretación corresponde a una cartera de mercado global expresada en moneda doméstica. (Satchell y Scowcroft, 2000).

El siguiente paso es descubrir la rentabilidad esperada, su cálculo se obtiene por optimización inversa, esto es, para lograr la rentabilidad en vez de preguntarse qué ponderación es requerida, se diseña que rentabilidad esperada supone la ponderación que explica la capitalización.

En el siguiente punto el modelo nos presenta uno de los mayores avances que supone el modelo de Black-Litterman, la agregación de las expectativas que tiene el inversor sobre el mercado.

Las expectativas son las suposiciones que el inversor tiene acerca de la evolución que va a tener un determinado título o sector. Pueden ser de tres tipos, absoluta, relativa simple y relativa múltiple.

El modelo Black-Litterman tiene en cuenta los siguientes aspectos, mejorando el modelo de Markowitz.

Existen n activos con diferentes capitalizaciones, que serían $M_i, i = 1,2,3,4 \dots n$. La capitalización de mercado es el resultado de multiplicar los diferentes títulos que hay en el mercado por su correspondiente precio.

Las ponderaciones de mercado de los activos vienen dadas por el vector $W = (W_1, W_2, W_3, \dots, W_n)$, en donde la ponderación del activo i es: (Franco-Arbeláez. 2011)

$$W_i = \frac{M_i}{\sum_i M_i}$$

Por otro lado, el coeficiente de aversión al riesgo (λ) es una constante que se calcula de la siguiente manera:

$$\lambda = \frac{R_M - R_F}{\sigma_M^2}$$

Continuando con la ecuación presentada de la aversión al riesgo, R_F es el Risk free o también llamada tasa libre de riesgo, siendo R_M la rentabilidad del mercado y σ_M^2 la varianza del mercado.

Los retornos implícitos en equilibrio (Π) vienen dados por la siguiente expresión:

$$\Pi = \lambda \Sigma W$$

Esto es así debido a que los precios se van a ajustar hasta que sean iguales a los retornos que esperan los inversores. Es lo que hace que la demanda se iguale con la oferta de mercado (Franco-Arbeláez. 2011).

Los retornos de exceso son el resultado de la diferencia del retorno de cada activo menos el Risk free (Tasa de riesgo). Vienen dados por el vector $R = (R_1, R_2, R_2 \dots R_n)$ y siguen una distribución normal de retorno esperado μ y la matriz de covarianza Σ :

$$R \sim N(\mu, \Sigma)$$

Dado que μ no puede estimarse con certeza, se conjetura que sigue una distribución de probabilidad proporcional al producto de dos distribuciones normales, que se muestran a continuación.

La primera de ellas está centralizada en el equilibrio, la distribución es:

$$\Pi \sim N(\Pi, \Upsilon \Sigma)$$

En esta distribución, Υ es la constante que representa el nivel de incertidumbre respecto a la precisión con la que ha sido calculado Π .

La segunda distribución nos muestra las expectativas u opiniones que el inversor tiene sobre los futuros retornos del mercado. Las opiniones que tiene el inversionista, vienen dadas por un conjunto de k expectativas que vienen representadas por relaciones lineales. Una opinión se expresa como un enunciado de que el retorno esperado de una cartera P_k tiene una distribución normal promedio Q_k y una desviación estándar dada por W_k (Trujillo Segura, 2009).

Las K opiniones junto con sus convenientes retornos esperados se expresan:

$$P^T = [p_1, p_2, p_3, \dots, p_k]$$

$$Q^T = [q_1, q_2, q_3, \dots, q_k]$$

Donde p , es la matriz en la cual se seleccionan los activos que constituyen parte de una opinión determinada y q es el vector de opiniones que tiene el retorno esperado para cada cartera P_k .

Para determinar cada uno de los elementos de P diferentes a cero, Idzorek (2004) recomienda usar un esquema de ponderación por capitalización de mercado en vez de un esquema de igual ponderación. Bajo este esquema, la ponderación individual de cada activo es proporcional a la capitalización de mercado del activo dividida por la capitalización de mercado total de los activos con desempeño positivo o negativo, según sea el caso, en la respectiva opinión (Trujillo Segura, 2009).

Teniendo en cuenta lo anterior, las expectativas u opiniones se expresan de la siguiente manera:

$$P * \mu = Q + \varepsilon$$

Tal que:

P : matriz $K \times N$ conocida.

Q : vector $K \times 1$ conocido

ε : vector aleatorio $K \times 1$ que tiene media 0 y su matriz diagonal de covarianzas es Ω . Sigue una distribución normal.

Una vez conocido esto, podemos decir que:

$$P * \mu \sim N(Q, \Omega)$$

Donde:

Ω es la matriz diagonal con elementos w_{ii} en la diagonal principal, siendo el resto de posiciones de esta matriz ceros, ya que se asume que no existe ninguna relación entre las diferentes opiniones, por lo que la correlación es igual a cero.

Debido a la compleja interacción entre los retornos esperados, las volatilidades y las correlaciones entre los activos, las opiniones sobre unos cuantos activos implicarán cambios en los retornos esperados de todos los activos. El modelo ajusta todos los retornos esperados a partir de sus valores iniciales en una forma consistente con las expectativas expresadas. Añadir una expectativa crea una inclinación hacia esa expectativa solo cuando la expectativa es más alcista que el retorno esperado implícito en el modelo Black-Litterman sin esa expectativa. (Litterman, 2003)

3.3.2.- MÉTODO DE IDZOREK CON EL FIN DE CONOCER LA CONFIANZA EN LAS OPINIONES.

Debido a la gran inestabilidad de la matriz Q, y con el fin de mejorar el modelo de Black-Litterman, Idzorek en el año 2004 propuso ajustar dicha matriz Q controlando las desviaciones que se producen en la cartera debido a las expectativas. Idzorek expone que los niveles de confianza de los inversores tienen un nivel de confianza entre 0% y 100%, y gracias a este método es posible encontrar dichos niveles. Su propuesta se trata de un modelo lineal cuya misión es reorganizar la fórmula $\Pi = \lambda \Sigma W$ sustituyendo el vector de retornos esperados, Π por un vector que representa cualquier conjunto de vectores $\rightarrow W = (\lambda \Sigma)^{-1} \mu$.

Si en esta última ecuación sustituimos μ por el vector de plena confianza en las expectativas, hallaríamos el vector de ponderaciones con un nivel de confianza del 100% o también definido como $W_{BL100\%}$. Esta misma operación con μ se puede llevar a cabo en las ecuaciones del vector de retornos de equilibrio (Π) y en el vector de retornos Black-Litterman (μ_{BL}), hallando de este modo las ponderaciones W_{mcd} y W_{BL} .

Con todo esto, según Idzorek, es posible determinar un nivel de confianza implícito en las expectativas dividiendo cada diferencia de ponderaciones ($W_{BL} - W_{mcd}$), por la correspondiente máxima ($W_{100\%} - W_{mcd}$).

De este modo, el nivel de confianza implícito viene dado por el vector:

$$\text{Nivel de confianza implícito} = \frac{(W_{BL} - W_{mcd})}{(W_{100\%} - W_{mcd})}$$

Con esto conseguimos reflejar la varianza de la cartera respecto a cada expectativa, pero tiene el problema de que no incluye el nivel confianza que cada inversor tiene para cada una de ellas. Con el fin de solucionar este problema, Idzorek propone generar desvíos para incluir el nivel de confianza del inversor, y lo hace de la siguiente manera.

$$Desvío_k \approx (W_{100\%} - W_{mcd}) * C_k$$

Siendo C_k la confianza del inversor y logrando de esta manera desvíos aproximados en las expectativas, de manera que como no existen otros tipos de expectativas, el vector aproximado de ponderaciones recomendadas viene dado por:

$$W_{k\%} = W_{mcd} + Desvío_k$$

O lo que es lo mismo

$$W_{k\%} = W_{mcd} + (W_{100\%} - W_{mcd}) * C_k$$

Con el fin de simplificar los cálculos Idzorek propone que el escalar Υ es constante, no afectando así al nuevo vector de retornos. De este modo se consigue eliminar las dificultades asociadas a la especificación.

Un punto a tener en cuenta, como dice (Meucci, 2005) es que el inversor debe tener conocimientos sobre el mercado, ya que sus expectativas no pueden ser irreales para la correcta realización de este modelo.

3.3.4- PRINCIPALES VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL MODELO BLACK-LITTERMAN FRENTE AL DE MARKOWITZ

Las principales ventajas son:

- La mayor ventaja que presenta es que permite al gestor de la cartera incorporar las expectativas de mercado y actualizarlas.
Esto es favorable para gestores que están constantemente buscando buenas estrategias y revisando el comportamiento del mercado. (Franco-Arbélaez, 2011)
Este modelo normalmente es utilizado hasta que se consigue el porcentaje de pesos correctos en la cartera.
- En relación con lo anterior, el inversor, muchas veces ayudado por su gestor, gracias a este modelo puede tomar posiciones de riesgo en aquellos activos en los que posea una mayor confianza.
El modelo permite diferenciar entre la “fuerza” de una opinión (la magnitud de la opinión) y la “confianza” en una opinión (grado de certeza en el que se expresa) (Trujillo, 2009).
- En contraste con el modelo de Markowitz no es necesario que cada retorno del mercado sea estimado individualmente, sino que basta con que el inversor dé el

retorno que espera para los activos que él considera valiosos. Con esto se consigue dar un mayor peso a estos activos dentro de la cartera.

- Debido a que con el modelo de Black- Litterman se trabaja con retornos de equilibrio, las carteras que se obtienen normalmente son más equilibradas y estables en el tiempo. Gracias a esto se consigue que durante el horizonte temporal de inversión acordado entre el inversor y el gestor, no haya que estar continuamente modificando la cartera.
- La mejora que propone Idzorek, anteriormente expuesta con el fin de flexibilizar la inclusión de expectativas en el modelo es de gran interés y supone una ventaja sobre el modelo de Markowitz.

Además de esta mejora ya desarrollada en el punto anterior, existe otra que propusieron Fusai y Meucci con el fin de: “cuantificar la diferencia estadística entre los retornos previos y los retornos posteriores estimados”.

En el año 2007, el autor Wing Cheung publicó una explicación de este modelo aplicándolo a la economía. Este texto fue revisado en el 2009 y puede servir de ayuda para su comprensión dentro de un entorno más real. La referencia a dicho trabajo se puede encontrar en la bibliografía de este.

Las principales desventajas del modelo Black-Litterman:

- Para llevarlo a cabo son necesarios unos conocimientos matemáticos y estadísticos elevados, dado la complejidad de sus fórmulas y el tratamiento que se hace de la información.
- Es necesario que la persona que va a invertir, bien sea él mismo quien invierte o quien le cede el dinero a un gestor para que lo haga, sea un gran conocedor del mercado, ya que para el desarrollo del modelo es necesario que este exponga los retornos esperados y la confianza que tiene en los activos.
- A la hora de ponerlo en práctica presenta problemas, dado el gran volumen de información que gestiona y las previsiones que se realizan en muchos casos, ya que pueden ser desacertadas.

3.4.- SELECCIÓN DEL MODELO A REALIZAR

Una vez estudiados y desarrollados los modelos de Markowitz y de Black-Litterman, el elegido para la realización práctica es el de Markowitz. He optado por este modelo debido a la gran complejidad que presenta el modelo de Black-Litterman además de la dificultad de obtener los datos necesarios para su realización.

CAPÍTULO 4
DE MARKOWITZ A LA SELECCIÓN DE
CARTERAS EN EL IBEX-35

4.1.- EL ENTORNO FINANCIERO DEL MODELO

El trabajo expuesto en el modelo de Markowitz es la primera formulación matemática de la idea de la diversificación de inversiones o, lo que equivalentemente podemos enunciar como que el riesgo puede reducirse sin cambiar el rendimiento esperado de la cartera.

Ya hemos enunciado, en el punto anterior, que el pilar central del estudio de Markowitz se basa en la diversificación de carteras y en mostrar cómo es posible reducir el riesgo de la cartera combinando activos con correlación menos que perfecta, sin sacrificar la rentabilidad esperada.

Este trabajo tiene como objetivo diseñar un portafolio de inversión de renta variable con instrumentos financieros de renta variable cotizada en la Bolsa Española (IBEX35) bajo la metodología de cartera eficiente de Harry Markowitz.

Se ha escogido la Bolsa (IBEX-35), debido a que es el mercado de capitales por excelencia. Estos activos, dado que pertenecen al IBEX-35, se caracterizan por tener una rentabilidad que no es constante en el tiempo, y sobre ellos afirmamos y suponemos que:

- Son valores, indivisibles, negociables, imprescriptibles e incorporan derechos.
- Se emiten en un mercado:
 - Organizado, en el que se realizan las transacciones por medio de intermediarios autorizados.
 - Secundario, ya que los activos de los que se va a componer nuestra cartera ya han sido emitidos en el mercado primario.
 - Al contado, ya que la compra de acciones coincide con la entrega de las mismas.
 - Con un sistema de contratación de mercado electrónico, dado que se forma por el cruce de operaciones introducidas en terminales de un ordenador central.
 - De competencia: Los activos se intercambian en competencia.
 - Perfecto, ya que cumple tres requisitos básicos:
 - Ningún operador tiene la capacidad de influir en las cotizaciones
 - Cualquier participante tiene igual acceso a la información relevante.
 - Cada inversor conoce al mejor precio que puede comprar o vender.
 - Transparente: Todos los inversores tienen las mismas oportunidades de conocer la misma información al mismo tiempo
 - Eficiente, el precio de cotización refleja toda la información existente en el mercado sobre su comportamiento, con una información necesaria para el inversor: precios históricos, balances de las compañías, noticias de prensa etc., que se encuentran al alcance de todas las personas, y esta información se presupone que es correcta.

- Se ignoran los costes de transacción, no se tienen en cuenta ni las comisiones ni los intermediarios financieros.

4.2.- EL PROCESO DE GESTIÓN DE CARTERAS

El proceso de la gestión de carteras aplicado al modelo de trabajo contempla: El análisis y clasificación de los riesgos, la asignación de activos financieros, la selección de activos, el grado de diversificación de las inversiones, construcción de carteras óptimas y gestionar la anterior combinación a lo largo del tiempo.

4.2.1.- EL ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS

La teoría de la cartera eficiente de Markowitz se basa el supuesto teórico en el que el comportamiento de un inversor se caracteriza por el grado de aversión al riesgo que tenga y el grado de maximización de rentabilidad que espera.

Este modelo se basa en el comportamiento racional del inversor, es decir, el inversor desea la maximizar la rentabilidad y rechaza el riesgo. La rentabilidad esperada y el riesgo de la inversión se miden por la media y la varianza de las rentabilidades históricas.

Como regla general, existen tres posiciones hacia el riesgo que deben tenerse en cuenta para el desarrollo del modelo:

- Aversión al riesgo: El inversor elegirá una inversión con el menor grado de riesgo supuestas dos alternativas con el mismo nivel de rentabilidad esperada.
- Propenso al Riesgo: El inversor elegiría la inversión con el mayor grado de riesgo frente a dos alternativas con el mismo nivel de rentabilidad esperada.
- Neutral al riesgo: El inversor se mantendría indiferente si tuviera que elegir entre dos alternativas con el mismo nivel de rentabilidad esperada.

4.2.2. -LA ASIGNACIÓN DE ACTIVOS FINANCIEROS

El problema de selección de cartera es muy complejo ya que existen múltiples fuentes de incertidumbre y múltiples criterios de selección. Por tanto, la siguiente decisión es el Asset Allocation o qué clases de valores deben tenerse en cuenta para invertir.

4.2.2.1. SELECCIÓN DE ACTIVOS.

En general, en el momento de seleccionar los activos hay que tener en cuenta el tipo de perfil de riesgo del inversor o la estructura que deseamos para nuestra cartera.

En el modelo desarrollado, la composición de las carteras consiste en combinar diferentes activos financieros dentro de la renta variable, en proporciones adecuadas, con el fin de lograr una óptima relación rentabilidad-riesgo.

4.2.2.2. EL GRADO DE DIVERSIFICACIÓN DE LAS INVERSIONES

Ya se ha comentado la gran importancia de tener una cartera bien diversificada, ya que mejora la calidad de la cartera; si bien, no es necesario escoger un gran número de activos para realizar una correcta diversificación.

Para llevar a cabo una correcta diversificación se ha optado por escoger 5 títulos diferentes.

4.2.2.3. CONSTRUCCIÓN DE CARTERAS ÓPTIMAS

Una vez que se han determinado los activos en los que se va a invertir, se deben realizar la asignación estratégica y táctica.

La asignación estratégica que consiste en decidir que porcentajes de títulos se van a incluir en la cartera, para ello se deberán tener en cuenta principios relacionados:

- Con el activo financiero, al calcular las rentabilidades.
- Con el mercado, referentes reacciones que se producen entre el mercado y el activo.

En el modelo ya se ha enunciado que se ha optado por escoger 5 títulos diferentes, y que cada uno de ellos no tenga un peso mayor al 40%, como se explicará a en los siguientes apartados

No se han tenido en cuenta los principio relacionados con el inversionista puesto que el modelo de Markowitz no incluye ninguna herramienta para conocer el nivel de aversión al riesgo del inversor, para solucionar esto se han creado carteras para diferentes niveles de riesgo.

En este modelo no se ha realizado una asignación táctica ya que no se tiene pensado el continuar con el mantenimiento del modelo.

Las carteras óptimas serán aquellas que cumplen con la condición de "Óptimo de Pareto" en la combinación de riesgo y rentabilidad.

4.2.2.4. GESTIONAR LA ANTERIOR COMBINACIÓN A LO LARGO DEL TIEMPO

Por la propia naturaleza del trabajo, y dado que en este caso no se va a seguir gestionando la cartera a lo largo del tiempo, no se han introducido procesos de control y reasignación de activos financieros.

4.3.- DATOS DE LA APLICACIÓN

Debido a que el periodo en el que se basa el estudio se trata de un periodo largo ha sido imposible obtener las cotizaciones de la principal fuente, que sería www.bolsademadrid.es, dado que en esta web tan solo están disponibles los precios históricos del último año. Este problema se ha solventado cogiendo las cotizaciones mensuales históricas de la base de datos www.es.finance.yahoo.com.

El principal problema que presenta esta página es que para las acciones del IBEX35 no da la posibilidad de descargar las cotizaciones históricas. La solución a este problema se ha obtenido gracias al software Excel, que incorpora una opción que es "incorporar datos desde web actualizable".

4.3.1- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se han obtenido, por el procedimiento anterior, las cotizaciones mensuales de las 35 empresas del índice IBEX35. La información que nos proporciona esta base de datos es:

- Precio de apertura
- Máximo
- Mínimo
- Precio de cierre
- Volumen medio negociado
- Ajustes a cierre: es el precio ajustado a cierre incluyendo dividendos y splits.

En segundo lugar, se han eliminado de este estudio las empresas Amadeus, Bankia, Bolsas y Mercados de España, IAG y DIA debido a que el tiempo que llevan cotizando en este índice es inferior a 5 años.

Al introducir esta restricción en el modelo se puede estar incurriendo en el "sesgo de perpetuidad", al descartar para este estudio a estas empresas. La consciencia de que

podría ser interpretado como un error se debe matizar y diluir ya que se considera que no sería correcto el tratamiento igualatorio a todas las empresas, independientemente de que empezasen a cotizar más tarde de 2011, ya que la situación económica de nuestro país en los últimos años no ha sido comparable con períodos anteriores.

4.3.2- TRATAMIENTO DE DATOS

En tercer lugar se ha procedido al tratamiento de la información, para poder comparar las empresas, para ello se ha obtenido de cada empresa: Variación mensual del precio rentabilidad del periodo, la rentabilidad media anualizada, la desviación típica, la varianza, el riesgo anual, la beta de mercado (β), el índice de Treynor y el alfa de Jensen.

Han sido calculados de la siguiente manera:

- Variación mensual del precio: se trata de la variación que ha sufrido el precio de la acción con respecto al mes anterior, su cálculo se ha realizado de la siguiente manera.

$$\text{Variación mensual del precio} = \frac{(\text{Mes}_1 - \text{Mes}_0)}{\text{Mes}_0}$$

- Rentabilidad del periodo: Es la rentabilidad que ha obtenido la empresa en el periodo seleccionado, ha sido calculada de la siguiente manera:

$$\text{Rent. del periodo} = \frac{(\text{último precio ajustado a cierre} - \text{primer precio ajustado a cierre})}{\text{primer precio ajustado a cierre}}$$

- Rentabilidad media anualizada: Se trata de la rentabilidad del periodo medida por años, sería erróneo su cálculo dividiendo la rentabilidad del periodo entre el número de años, por lo que se ha realizado de la siguiente manera:

$$\text{Rentabilidad media anualizada} = \sqrt[\text{Número de años}]{1 + \text{Rentabilidad del periodo}} - 1$$

- Desviación típica: Medida de dispersión que indica en cuanto se desvían las observaciones del valor medio de las mismas. El cálculo se ha realizado con la función de Excel “=DESVEST()”, introduciendo en el paréntesis todas las variaciones mensuales calculadas previamente.
- Varianza: “es la media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media de una distribución estadística”. Para su cálculo en Excel se ha usado la función “=VAR()”, introduciendo en el paréntesis las variaciones mensuales que habíamos calculado previamente.

- Riesgo anualizado: se trata del riesgo medio anualizado a esperar por cada empresa. Para su cálculo se ha empleado la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo anualizado} = \sqrt[n^{\circ} \text{ de periodos escogidos en un año}]{\text{Desviación típica}}$$

Al estar trabajando con periodos mensuales, el número de periodos sería 12.

- Beta: La beta es una medida de sensibilidad de un activo o cartera, frente a las fluctuaciones que sufre un índice o cartera de referencia, normalmente se compara el activo o cartera frente a un índice de referencia. Puede tomar valores muy variados, y dependiendo de estos valores implicará que el activo actúa de una manera u otra. Estos valores pueden ser:
 - Beta = 1: Implica que el activo o la cartera se mueven de igual manera que el índice contra el que se le está comparando.
 - Beta > 1: Implica que el activo o cartera muestra más diversidad que el activo, y por lo tanto amplificará los movimientos de mercado.
 - Beta < 1: Representa los llamados activos defensivos, esto significa que van a fluctuar en menor medida que el mercado.
 - Beta < 0: Representa los activos refugio, esto es posible cuando el movimiento que siguen es completamente opuesto al mercado, es decir si el mercado sube, ellos bajan.

Para calcular la beta en el modelo se ha utilizado en Excel la función “=PENDIENTE(Variación mensual del precio de la empresa; Variación mensual del precio del índice). También cabe la posibilidad de obtenerla por medio de la regresión, pero como el resultado es el mismo y debido a que esta operación hay que repetirla para cada empresa he optado por hacerlo con la pendiente.

- Índice de Treynor: mide la diferencia de rentabilidad entre el título o cartera estudiada y el activo libre de riesgo por unidad de riesgo representado por medio del coeficiente beta. La fórmula empleada ha sido:

$$\text{Índice de Treynor} = \frac{(\text{Rentabilidad media anualizada} - \text{Activo libre de riesgo})}{\text{Beta}}$$

La introducción de este ratio fue posterior a la creación del modelo de Markowitz ya que incluye el activo libre de riesgo, que fue incorporado más tarde en el modelo de Markowitz. Pero se ha considerado oportuno incluir este activo para el cálculo del índice de Treynor y el Alfa de Jensen.

El activo libre de riesgo que se ha elegido es un bono cupón cero con fecha 1/2/2010 y con vencimiento a 5 años. Este bono cupón cero tiene una rentabilidad del 2,447%.

- Alfa de Jensen: es una medida de la calidad del título o cartera. Expresa la diferencia obtenida entre la correspondiente al riesgo sistemáticamente asumido y la realmente obtenida. proporciona al inversor una estimación de cuál debe ser la mayor o la menor rentabilidad (si es signo positivo o negativo, respectivamente) que debe esperarse del valor o de la cartera con relación a lo que cabría esperar según sea el riesgo de mercado de la inversión medido por la Beta.

El cálculo que se ha realizado ha sido el siguiente:

$$\text{Alfa de Jensen} = \text{Rent. media anualizada} - \text{Tasa libre de riesgo} - \text{Beta} * (\text{Rent. media anualizada} - \text{Tasa libre de riesgo})$$

Para la realización de estos cálculos se ha partido del precio ajustado a cierre debido a que un gran número de las empresas que forman el IBEX35 se caracterizan por repartir numerosos dividendos, siendo este uno de los motivos por los cuales su rentabilidad es menor a otras. En el supuesto contrario, de no realizarlo según el precio ajustado elegido, se estaría introduciendo un sesgo para estas empresas.

Lógicamente, para que sea posible realizar el modelo con el precio ajustado a cierre es necesario utilizar los datos para el mismo periodo que estamos comparando del índice IBEX ajustado a cierre.

4.3.3.- ORDENACIÓN DE DATOS

Los datos obtenidos hasta el momento se resumen en la siguiente tabla:

Figura n° 9: Comparación datos empresas

Empresa	Rentabilidad Periodo	Rentab anualizada	Desviación típica	Varianza	Riesgo anual	Beta	Índice de Treynor	Alfa de Jensen
INDITEX	301,20%	32,03%	5,39%	0,0029	18,67%	0,384	0,771	0,182
GRIFOLS	198,24%	24,43%	9,11%	0,0083	31,57%	0,298	0,737	0,154
JAZZTEL	352,88%	35,27%	8,69%	0,0076	30,12%	0,576	0,570	0,139
FERROVIAL	222,40%	26,38%	7,39%	0,0055	25,59%	0,870	0,275	0,031
RED ELECTRICA ESP	140,15%	19,15%	6,37%	0,0041	22,08%	0,828	0,202	0,029
ENAGAS	109,29%	15,92%	5,93%	0,0035	20,55%	0,730	0,184	0,036
GAS NATURAL	84,91%	13,08%	6,84%	0,0047	23,71%	0,758	0,140	0,026
ABERTIS	53,25%	8,91%	6,00%	0,0036	20,78%	0,746	0,087	0,016
CAIXABANK	51,27%	8,63%	10,02%	0,0100	34,71%	1,265	0,049	-0,016
MAPFRE	34,13%	6,05%	8,96%	0,0080	31,05%	1,170	0,031	-0,006
MEDIASET	30,01%	5,39%	10,01%	0,0100	34,68%	1,061	0,028	-0,002
OHL	28,30%	5,11%	9,40%	0,0088	32,55%	1,052	0,025	-0,001
IBERDROLA	22,72%	4,18%	7,94%	0,0063	27,52%	1,106	0,016	-0,002
ACS	8,57%	1,66%	8,98%	0,0081	31,10%	1,115	-0,007	0,001
SAN	4,11%	0,81%	8,15%	0,0066	28,24%	1,226	-0,013	0,004
REPSOL	6,07%	1,19%	7,23%	0,0052	25,03%	0,933	-0,014	-0,001
BBVA	1,48%	0,29%	8,64%	0,0075	29,93%	1,312	-0,016	0,007
TÉCNICAS REUNIDAS	1,48%	0,29%	7,24%	0,0052	25,07%	0,678	-0,032	-0,007
ABENGOA	-9,75%	-2,03%	13,83%	0,0191	47,90%	1,182	-0,038	0,008
SABADEL	-13,04%	-2,76%	11,97%	0,0143	41,47%	1,282	-0,041	0,015
TELEFÓNICA	-9,15%	-1,90%	6,47%	0,0042	22,43%	0,955	-0,046	-0,002
ENDESA	-9,68%	-2,02%	9,47%	0,0090	32,80%	0,968	-0,046	-0,001
GAMESA	-11,44%	-2,40%	13,05%	0,0170	45,20%	0,908	-0,053	-0,004
ACCIONA	-17,15%	-3,69%	10,35%	0,0107	35,86%	1,124	-0,055	0,008
SACYR	-50,77%	-13,22%	15,76%	0,0248	54,59%	1,651	-0,095	0,102
FCC	-48,86%	-12,55%	12,61%	0,0159	43,68%	1,266	-0,118	0,040
POPULAR	-66,69%	-19,74%	12,07%	0,0146	41,80%	1,341	-0,165	0,076
INDRA	-36,15%	-8,58%	7,38%	0,0054	25,57%	0,638	-0,173	-0,040
ARCELOR MITAL	-65,24%	-19,05%	9,63%	0,0093	33,35%	0,778	-0,276	-0,048

Fuente: Elaboración propia

En ella se pueden observar las treinta empresas sobre las que se va a realizar el estudio ordenadas de forma descendente por su Índice de Treynor.

Para realizar el modelo y obtener carteras eficientes se han seleccionado las cinco empresas que tienen un mayor Índice de Treynor puesto que son las empresas que proporcionan al inversor más rendimiento devengado en exceso respecto a lo que se podría haber obtenido en una inversión sin riesgo (activo libre de riesgo), por cada unidad de riesgo de mercado asumido.

Estas empresas son: Inditex, Grifols, Jazztel, Ferrovial y Red Eléctrica Española.

A la hora de seleccionar el criterio de elección de las cinco empresas otra opción interesante hubiera sido utilizar el alfa de Jensen. Pero en este caso las cinco empresas que poseen un mayor alfa de Jensen, son las que también tienen un mayor Índice de Treynor, pero en distinto orden.

4.4.- APLICACIÓN DEL MODELO

4.4.1- RESTRICCIONES AL MODELO Y CREACIÓN DE LOS PESOS RELATIVOS DE LAS CARTERAS

Una vez seleccionados los activos que van a formar la cartera, con los que se van a obtener las carteras eficientes, se van a añadir algunas restricciones al modelo de trabajo para su mejor funcionamiento.

Estas restricciones están relacionadas con el peso máximo que cada activo de los 5 elegidos puede tener dentro de la cartera. Con independencia de que el riesgo anual calculado para cada activo sea bajo y su rentabilidad sea elevada, no es conveniente elegir una cartera formada por un gran porcentaje de un solo activo, ya que esta actuación no estaría conforme con la diversificación.

Es por esta razón por la que se han impuesto las siguientes restricciones:

- Peso de Inditex respecto al total de la cartera $\leq 40\%$ y ≥ 0
- Peso de Grifols respecto al total de la cartera $\leq 40\%$ y ≥ 0
- Peso de Jazztel respecto al total de la cartera $\leq 40\%$ y ≥ 0
- Peso de Ferrovial respecto al total de la cartera $\leq 40\%$ y ≥ 0
- Peso de Red Eléctrica Española respecto al total de la cartera $\leq 40\%$ y ≥ 0

Una vez establecidas estas restricciones, y con el fin de obtener todas las carteras posibles se ha utilizado una aplicación estadística de Excel para generar todas las opciones posibles en intervalos de 5% en 5%.

Esta aplicación funciona como una macro en la que se introduce si deseas hacer permutaciones o combinaciones, en este caso permutaciones. En el siguiente paso se

introduce el número de grupos de permutaciones que se desea realizar, como el modelo tiene 5 títulos, se desean crear grupos de 5. Y por último se introducen las variables que se quiere permutar, que en el modelo son 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 referentes a los porcentajes (%) que puede tener cada activo dentro de las carteras totales.

Realizado este proceso, se han obtenido 15.120 resultados pero la mayoría de ellos no suman el 100% que es peso total de la cartera, por lo que para solucionarlo se ha introducido la restricción de que la suma total debe ser igual a 100, obteniendo de esta forma 1.440 resultados.

Estas son las diferentes carteras que se pueden obtener tomando intervalos de porcentaje de 5 en 5, y teniendo en cuenta la restricción de que ningún activo puede superar el 40%, y que el peso total de la cartera sea del 100%. Estos datos vienen recogidos en el modelo en la pestaña de carteras posibles.

4.4.2- RENTABILIDAD Y RIESGO PARA CADA CARTERA

Una vez obtenidas las carteras, a continuación, es necesario obtener la rentabilidad y el riesgo para cada cartera. Para esto se han realizado los siguientes pasos:

- Para obtener la rentabilidad de cada cartera, una vez obtenida la rentabilidad anualizada de cada título, que se muestra a continuación:

Figura n° 10: Rentabilidad anualizada de los títulos

	GRIFOLS	JAZZTEL	INDITEX	FERROVIAL	RED ELECTRICA ESP
Rentabilidad Anualizada	24,43%	35,27%	32,03%	26,38%	19,15%

Fuente: Elaboración propia

Se ha multiplicado por el cuadro de porcentajes creados, obteniendo así la rentabilidad de cada una de las 1.440 carteras posibles.

Figura n° 11: Porcentajes de cada título sobre el total de la cartera

Cartera	GRIFOLS	JAZZTEL	INDITEX	FERROVIAL	RED ELECTRICA ESP
1	0%	5%	20%	35%	40%
2	0%	5%	20%	40%	35%
3	0%	5%	25%	30%	40%
4	0%	5%	25%	40%	30%
5	0%	5%	30%	25%	40%

Fuente: Elaboración propia

Aquí podemos observar parte del cuadro de porcentajes de pesos de cada título.

- Para obtener el riesgo de cada cartera, en primer lugar se ha obtenido la matriz de correlaciones de los 5 títulos elegidos:

Figura n° 12: Matriz de correlaciones de los títulos

	GRIFOLS	JAZZTEL	INDITEX	FERROVIAL	RED ELECTRICA ESP
GRIFOLS	1				
JAZZTEL	0,17028	1			
INDITEX	0,10051	0,16975	1		
FERROVIAL	0,23780	0,32038	0,28836	1	
RED ELECTRICA ESP	0,28005	0,44702	0,35484	0,64248	1

Fuente: elaboración propia

También ha sido necesario el uso del riesgo anualizado para cada título:

Figura n° 13: Riesgo anualizado de los títulos

	GRIFOLS	JAZZTEL	INDITEX	FERROVIAL	RED ELECTRICA ESP
Riesgo Anualizados	31,57%	30,12%	18,67%	25,59%	22,08%

Fuente: elaboración propia

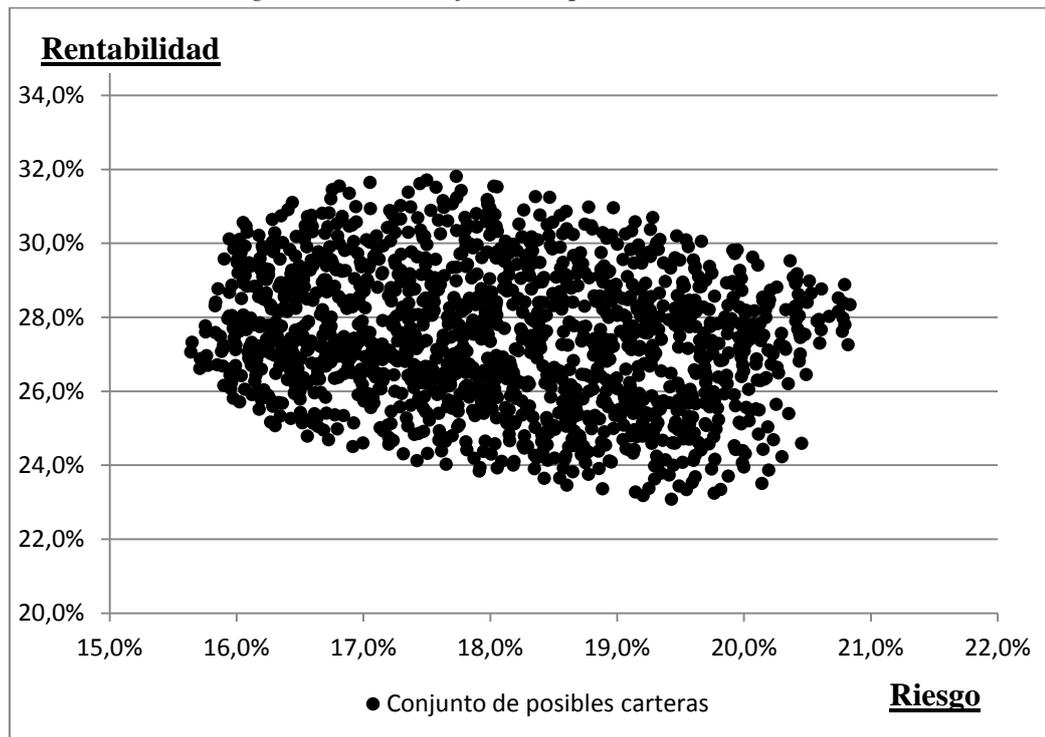
El riesgo de cada cartera ha sido calculado de la siguiente manera:

Riesgo de una cartera= Raíz cuadrada $[(\text{Peso } A^2 * \text{Riesgo } A^2) + (\text{Peso } B^2 * \text{Riesgo } B^2 + \text{Peso } C^2 * \text{Riesgo } C^2 + \text{Peso } D^2 * \text{Riesgo } D^2 + \text{Peso } E^2 * \text{Riesgo } E^2 + 2 * \text{Peso } A * \text{Peso } B * \text{Riesgo } A * \text{Riesgo } B * \text{Correlación } AB + 2 * \text{Peso } A * \text{Peso } C * \text{Riesgo } A * \text{Riesgo } C * \text{Correlación } AC + 2 * \text{Peso } A * \text{Peso } D * \text{Riesgo } A * \text{Riesgo } D * \text{Correlación } AD + 2 * \text{Peso } A * \text{Peso } E * \text{Riesgo } A * \text{Riesgo } E * \text{Correlación } AE + 2 * \text{Peso } B * \text{Peso } C * \text{Riesgo } B * \text{Riesgo } C * \text{Correlación } BC + 2 * \text{Peso } B * \text{Peso } D * \text{Riesgo } B * \text{Riesgo } D * \text{Correlación } BD + 2 * \text{Peso } B * \text{Peso } E * \text{Riesgo } B * \text{Riesgo } E * \text{Correlación } BE + 2 * \text{Peso } C * \text{Peso } D * \text{Riesgo } C * \text{Riesgo } D * \text{Correlación } CD + 2 * \text{Peso } C * \text{Peso } E * \text{Riesgo } C * \text{Riesgo } E * \text{Correlación } CE + 2 * \text{Peso } D * \text{Peso } E * \text{Riesgo } D * \text{Riesgo } E * \text{Correlación } DE]$

De esta manera obtendríamos el riesgo para cada una de las carteras.

Una vez obtenido el riesgo y la rentabilidad de todas las posibles carteras teniendo en cuenta las restricciones, el conjunto de posibles inversiones del mercado sería el siguiente:

Figura n° 14: Conjunto de posibles inversiones



Fuente: Elaboración propia

A simple vista se puede observar que el resultado obtenido no es coincidente con el gráfico expuesto en la explicación teórica del modelo, esto es debido a las restricciones que se han establecido en el modelo de trabajo utilizado. En el gráfico del modelo de Markowitz, los extremos del conjunto de posibles inversiones se corresponden con que un activo represente el 100% de la cartera, esto quiere decir que en este modelo al introducir la restricción del peso máximo por activo, se está seleccionando solo una parte del gráfico modelo de Markowitz. Este hecho no es relevante puesto que aunque una cartera de las que no se están teniendo en cuenta fuera eficiente, no se debería elegir como cartera de inversión, puesto que probablemente los activos no estén bien diversificados.

4.4.3- SELECCIÓN DE LAS CARTERAS EFICIENTES

Una vez obtenidas las 1.440 carteras posibles, se va a proceder a escoger tan solo aquellas que sean eficientes, es decir, aquellas carteras que para un nivel determinado de riesgo proporcionen la máxima rentabilidad esperada o al revés, aquellas que para un nivel de rentabilidad se minimice el riesgo.

Para ello, se han seleccionado las 1.440 carteras y se han trasladado a otra pestaña del Excel llamada “carteras eficientes”. Tras realizar este paso intermedio con el fin de tan solo seleccionar aquellas que son eficientes, se han ordenado todas de manera descendente por su nivel de rentabilidad.

El siguiente paso a realizar sería eliminar aquellas que para un nivel de rentabilidad igual o menor tienen más riesgo.

Esto se ha realizado utilizando la función si:

$$= SI(celda\ riesgo1 > celda\ riesgo\ 2; "ok"; "mal")$$

De esta manera todas aquellas carteras que obtenemos como resultado mal, son las que no cumplen las condiciones de eficiencia.

Se ha repetido este proceso hasta que han quedado tan solo aquellas carteras eficientes, que son las siguientes:

Figura nº 15: Conjunto de carteras eficientes

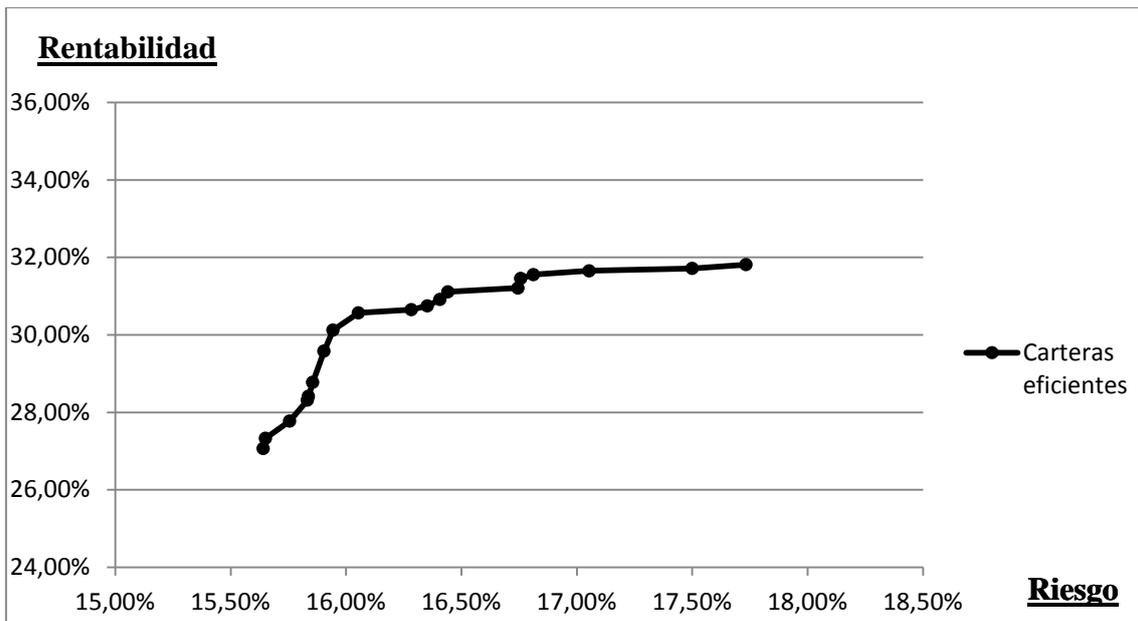
Nº Cartera	GRIFOLS	JAZZTEL	INDITEX	FERROVIAL	RED ELECTRICA ESP	RENTABILIDAD	RIESGO	OK/MAL
312	5%	40%	35%	20%	0%	31,82%	17,73%	ok
480	10%	40%	35%	15%	0%	31,72%	17,50%	ok
288	5%	35%	40%	20%	0%	31,65%	17,05%	ok
456	10%	35%	40%	15%	0%	31,56%	16,81%	ok
606	15%	35%	40%	10%	0%	31,46%	16,76%	ok
270	5%	30%	40%	25%	0%	31,21%	16,75%	ok
438	10%	30%	40%	20%	0%	31,11%	16,44%	ok
768	20%	30%	40%	10%	0%	30,92%	16,41%	ok
437	10%	30%	40%	15%	5%	30,75%	16,35%	ok
588	15%	30%	40%	10%	5%	30,65%	16,28%	ok
570	15%	25%	40%	20%	0%	30,57%	16,05%	ok
552	15%	20%	40%	25%	0%	30,12%	15,94%	ok
720	20%	15%	40%	25%	0%	29,58%	15,90%	ok
695	20%	10%	40%	25%	5%	28,78%	15,86%	ok
388	10%	20%	40%	5%	25%	28,41%	15,84%	ok
551	15%	20%	40%	0%	25%	28,32%	15,83%	ok
719	20%	15%	40%	0%	25%	27,78%	15,76%	ok
694	20%	10%	40%	5%	25%	27,33%	15,65%	ok
526	15%	10%	40%	5%	30%	27,07%	15,64%	ok

Fuente: Elaboración propia

En la imagen podemos ver, el número de la cartera asignado, el % que cada título tendría dentro de la cartera global, la rentabilidad de la cartera, el riesgo de la misma y la comprobación de que no hay ninguna cartera que con un nivel igual o mayor de rentabilidad tenga menos riesgo.

Si representamos todas estas carteras en un gráfico, en el que el eje Y sea la rentabilidad y el eje X el riesgo; y unimos los puntos, obtendríamos la frontera eficiente:

Figura n° 16: Frontera eficiente para los títulos seleccionados



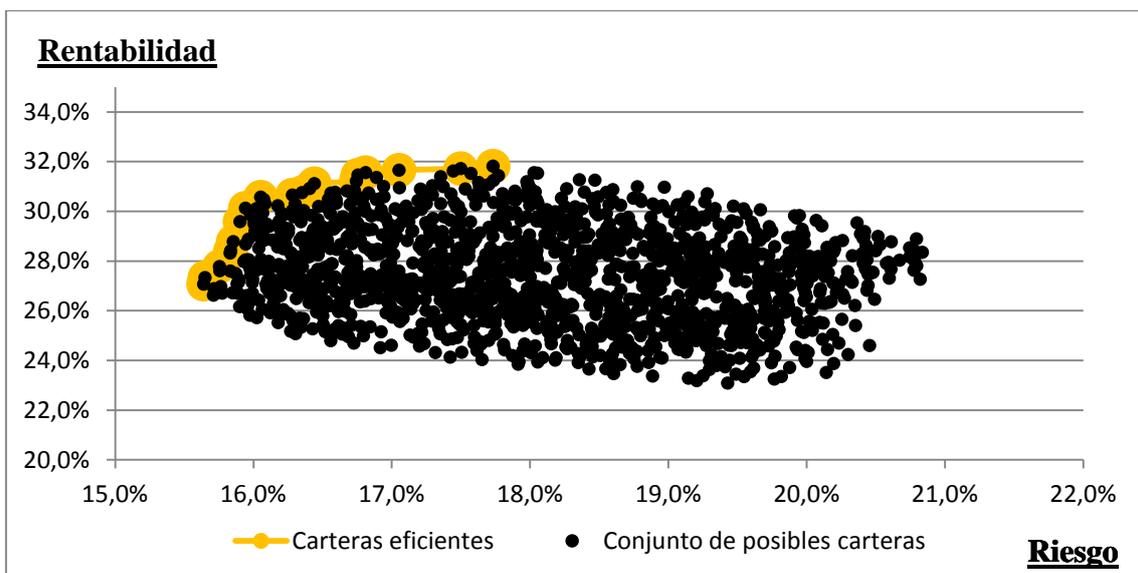
Fuente: Elaboración propia

Sobre esta línea se apoyan todas las combinaciones posibles que se pueden realizar con estos 5 títulos y que serían eficientes.

4.5.- COMPROBACIÓN

A modo de comprobación de que verdaderamente se han seleccionado las carteras eficientes, se ha realizado el siguiente gráfico.

Figura n° 17: Comprobación carteras eficientes



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que las carteras que del conjunto de posibles carteras, tan solo se han seleccionado aquellas que son eficientes, en el gráfico representado en color amarillo, siendo rechazadas aquellas que no son eficientes, en el gráfico representadas en color negro.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE
INVESTIGACIÓN

5.1.-CONCLUSIONES

En el presente trabajo se han desarrollado diferentes modelos de gestión de carteras tomando como punto de partida los fundamentos teóricos de dichos modelos, para posteriormente elegir el de Markowitz y realizar una aplicación práctica.

Para la mejor comprensión de estos modelos, primero se ha descrito el entorno financiero español. De aquí surge la primera conclusión, el sistema financiero español se trata un entorno seguro en el que los inversores salvo excepciones pueden confiar en él.

En la segunda parte se han expuesto de manera teórica los modelos de gestión de carteras más habituales, llegando a la conclusión de que a medida que han avanzado los años y los modelos se requiere más software y mayores conocimientos matemáticos para poder analizar el mercado. Esto es debido a la complejidad creciente de los modelos, el incremento del volumen de información y de variables que se tienen en cuenta.

Por último se ha aplicado el modelo de Markowitz en el índice de referencia español, el IBEX-35, siendo este el principal objetivo del trabajo. Llegando a las siguientes conclusiones:

- Es posible la creación de carteras eficientes teniendo en cuenta el binomio rentabilidad-riesgo.
- No se requiere tener potentes aplicaciones informáticas para realizar una aplicación práctica del modelo de Markowitz.
- Un inversor puede elegir la cartera que desee teniendo en cuenta su nivel de riesgo. Pero no es posible mejorar la rentabilidad de la cartera sin incrementar el riesgo, esto es lo que se conoce como un óptimo de Pareto.

5.2.-FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El estudio realizado ha cumplido con las expectativas previas a la realización de este Trabajo de Fin de Grado, pero a raíz de este trabajo han surgido nuevas líneas de investigación que se detallan a continuación.

Tras el estudio teórico del complejo modelo Black-Litterman ha surgido el interés de profundizar en este modelo e intentar en un futuro realizar una aplicación práctica del mismo.

Pese a que ya se ha comentado que el fin de este trabajo no es el mantenimiento de este modelo, se ha decidido introducir las cinco carteras con una mayor rentabilidad en un simulador de bolsa con el fin de seguir el estudio de la rentabilidad que ofrecerían en el corto y medio plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Blamont, D., Firoozye, N. (2003). Bayesian Asset Allocation: Black-Litterman. *Fixed Income Weekly*, 12 December
- Brinson, G., Hood, R., Beebower G. (1886). Determinants of portfolio performance. *Financial Analysts Journal*, julio/agosto, 39-44
- Cheung, W. (2009). The Black-Litterman model explained, Working paper. Disponible en: <http://ssrn.com/abstract=1312664>
- Cvitanić, J., Zapatero, F. (2004). *Introduction to the economics and mathematics of financial markets*. Londres: The MIT press
- Dudy, A., Franci, L., Torluccio, G. (2014). The Black-Litterman Model: The Definition of Views Based on Volatility Forecasts. *Applied Financial Economics*, 24, 1285-1296
- Franco-Arbeláez, L., Avendaño-Rúa, C., Barbutín-Díaz, H. (2011). Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimización de Portafolios de Inversión. *Rev. Tecno Lógicas*, 26, 71-88
- Franklin A., Stewart, M., Richard B. (2006). *Principios de finanzas corporativas*. Madrid: McGraw-Hill
- Fusai, G., Meucci, A. (2003). Assessing Views. *Risk Magazine*, 16
- Grant, A., Fabre J., He, P. (2013). Economic value of analyst recommendations in Australia: an application of the Black-Litterman asset allocation model. *Accounting and finance*, 53, 441-470
- He, G., Litterman, R. (2000). *Active Portfolio Management: A Quantitative Approach for Providing Superior Returns and Controlling Risk*. Nueva York: McGraw-Hill
- Luenberger, D. (1998); *Investment Science*, Oxford University Press.
- Hitos R., (2009). El sistema financiero europeo. *Curso “el dinero y la banca”*
- Idzorek, T. (2004). A step-by-step guide to the Black-Litterman model: incorporating user specified confidence levels. *Zephyr Associates*
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 77-91
- Martellini, L., Ziemann, V. (2007). Extending Black-Litterman Analysis Beyond the Mean-Variance Framework. *Journal of Portfolio Management*, 33
- Mendizábal A., Miera L., Zubia M., (2002). El modelo de Markowitz en la gestión de carteras. *Cuadernos de gestión*, 1
- Salas, H. (2003). La teoría de la cartera y algunas consideraciones epistemológicas acerca de la teorización en las áreas económico-administrativas. *Contaduría y administración*.

Torres J., (2011). La formación de una cartera óptima de activos: una guía para no especialistas, *rev. Extoikos*, 4

Trujillo, M.E. (2009). Construcción y gestión de portafolios con el modelo Black-Litterman: Una aplicación a los fondos de pensiones obligatorias en Colombia. *Universidad de los Andes*

Wilson, H., Alayón, J., Alarcón, B (2011). Asset allocation. *Acciones y valores*. Disponible en:

<http://www.accivalores.com/content/informes/b37f0e74e6494c57da580f09bd963e01.pdf>