

00642

①

rej

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES



DISEÑO DE UN SISTEMA PARA
LA COMPRA-VENTA DE ACCIONES

TESIS POSGRADO

Especialidad en finanzas

BEGONA DE LA ESPERANZA SAN JOSE ALCALDE

México, D. F.

1980

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	
LA BOLSA DE VALORES MEXICANA	
1.1 Antecedentes	4
1.2 La Bolsa de Valores de Mexico	6
1.3 Los valores y su función	8
1.4 Operaciones bursátiles	11
1.5 Mercado de Valores de México	14
CAPITULO II	
MARCO TEORICO PARA LAS DECISIONES DE INVERSION FINANCIERA	
2.1 El inversionista	18
2.2 Valor de mercado	22
2.3 Valor técnico	24
2.4 Análisis técnico	27
2.5 Análisis fundamental	29
2.6 Múltiplos y dividendos	30
2.7 El riesgo en las inversiones	34
CAPITULO III	
MODELO DE MARKOWITZ	
3.1 Selección de carteras de inversión	37
3.2 Objetivos de un análisis de cartera	39
3.3 Rendimiento de una cartera de inversión	41
3.4 Relaciones entre las acciones y la cartera.	43
3.5 Inversiones en valores	47

3.6	Carteras eficientes. Análisis geométrico.	50
3.7	Efectos de la diversificación	52
3.8	La máxima utilidad esperada	53
3.9	Preferencias del inversionista	56
3.10	Conjunto de oportunidades de inversión	58

CAPITULO IV

MODELO DE SHARPE

4.1	Teoría del mercado de capitales	66
4.2	Relaciones entre las características de las acciones y las de la cartera	68
4.3	Relación entre el rendimiento de las acciones y el del mercado	72
4.4	El precio del riesgo	75
4.5	Riesgo sistemático y no-sistemático	78

CAPITULO V

IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

5.1	Rendimiento de las empresas	82
5.2	Descripción de los parámetros estadísticos utilizados en el sistema	85
5.3	Descripción de los estimadores del mercado	91
5.4	Desarrollo del sistema	95

CONCLUSIONES	97
--------------	----

APENDICES

BIBLIOGRAFIA

I N T R O D U C C I O N

I N T R O D U C C I O N

Para el actual y futuro desarrollo económico de México, presenta una gran importancia el que exista un sólido mercado de capitales, basado en la Bolsa de Valores. La posibilidad de un financiamiento a largo plazo, vía asociación de capitales o emisión de deuda, es una alternativa imprescindible en un país necesitado de inversiones. De igual modo, los estímulos al ahorro que este mercado ofrece, son un ingrediente esencial en un país que desea incrementar sus ahorros y que éstos se inviertan internamente.

Es importante hacer notar, debido al tema que se trata en esta tesis, cuales son las características del inversionista mexicano en el terreno de las inversiones en acciones: por lo general, carecen de una base analítica y se fundamentan en evaluaciones subjetivas.

Quizás ésto se deba a que al tratar de seleccionar una cartera de acciones se tiene que desarrollar una difícil tarea en cuanto a la recopilación, selección e interpretación de una gran cantidad de datos, ya que hay que tener presente el inmenso número de combinaciones que es posible establecer con las acciones y, además, se presenta el problema de elegir la proporción adecuada de recursos que debe de asignarse a cada una de las acciones.

El problema se torna aún más complicado cuando se pretende formar una cartera óptima o cercana a ella, debido a que es necesario establecer una comparación cuantitativa entre las diversas carteras factibles.

Otro factor que hay que tomar en cuenta, es el que se refiere al aspecto subjetivo de las diversas actitudes del inversionista con respecto al riesgo, que pueden ser de indiferencia, de aversión o de preferencia.

El propósito que persigue esta tesis es el de apoyar al inversionista o personas que estén involucradas en operaciones bursátiles, cuando se enfrentan ante el problema de tomar una decisión en las inversiones de acciones cotizadas en la Bolsa de Valores, para lo cual se diseñó un sistema el cual combina los modelos de Markowitz y de Sharpe, tomando en cuenta las ventajas y desventajas de cada uno de ellos y así poder aplicarlo al mercado de valores mexicano.

Se describe la estructura teórica del modelo de Markowitz y el de Sharpe, para lo cual se desarrolla la Teoría de la Cartera, que es un conjunto de reglas para llevar a cabo una adecuada e inteligente selección de inversiones bajo condiciones de riesgo.

Se explica el por qué es necesaria la diversificación de los valores de una cartera; en qué forma se puede reducir el conjunto de carteras a examinar; cómo se pueden incluir, dentro del análisis, las preferencias del inversionista, etc.

También se desarrolla la Teoría del Mercado de Capitales, la cual se basa en los postulados de que los inversionistas actúan en concordancia con lo descrito en la Teoría de la

Cartera.

Se dá una breve descripción del comportamiento y evolución del mercado de valores de México, explicando los factores que lo han modificado y en qué forma influyen en su oferta y su demanda.

Se hace referencia al marco teórico donde se desarrolla la investigación acerca de las decisiones de inversión financiera.

Al final se desarrolla el aspecto estadístico del sistema y su aplicación al mercado de acciones en México.

CAPITULO I

LA BOLSA DE VALORES MEXICANA

1.1 ANTECEDENTES

Es necesario considerar que las Bolsas de Valores son producto de la evolución económica general y manifestación singular del sistema capitalista de producción, ya que, paralelas al origen y a la evolución del capitalismo, nacen y se desarrollan.

El 21 de octubre de 1894 se constituyó la Bolsa de Valores de México. Era una institución aislada, con una organización deficiente, cuya principal función consistía en poner en contacto, un poco eventualmente, a compradores y vendedores. Por otro lado, dado que los canales normales del ahorro dirigidos hacia la inversión eran desconocidos y que la oferta de capitales a través del mercado de valores era exígua, esa institución tropezó desde un principio con serias dificultades, lo que produjo que entrara en liquidación en los primeros años del siglo actual.

El número de efectos que se comerciaba en 1897 era muy pequeño; la Bolsa cotizaba en sus pizarras tan sólo tres emisiones públicas y ocho privadas.

El 4 de enero de 1907, los miembros de la recién desaparecida sociedad la hicieron renacer bajo el nombre de Bolsa Privada de México. En junio de 1910 cambió su denominación por la de Bolsa de Valores de México, S.C.L.

Durante el período revolucionario aumentó el auge de las transacciones con los valores mineros. El interés del público se incrementó en las operaciones bursátiles cuando se -

iniciaron las primeras explotaciones de los campos petroleros, dado que surgieron innumerables compañías que se dedicaban a esa explotación. En esa época hubo muchas compañías de tipo fraudulento, por lo que el mercado sufrió grandes perjuicios.

Con el auge de las acciones mineras y petroleras y el interés naciente en las acciones de algunas industrias mexicanas y por otra parte, debido al gran número de personas que tenían interés en participar en operaciones con valores inmobiliarios, se fundó otra bolsa con el nombre de "Bolsa de México Centro de Corredores e Inversionistas", pero al poco tiempo tuvo que disolverse por dificultades de orden pecuniario. La Bolsa de Valores de México, S.C.L., siguió funcionando hasta 1933, en que se transformó en la actual Bolsa de Valores de México, S.A. de C.V. Desde 1933 la Bolsa de Valores, constituída como una organización auxiliar de crédito, ha continuado con su objetivo y colaborando al desenvolvimiento del mercado de valores.

1.2 LA BOLSA DE VALORES DE MEXICO

La Bolsa es una institución privada, organizada como sociedad anónima de capital variable y autorizada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para operar en el Distrito Federal.

Dentro de las muchas funciones que la Bolsa de Valores de México realiza, se destacan por su importancia las siguientes:

- 1) Proporciona locales adecuados para que los agentes de bolsa puedan efectuar sus operaciones en forma permanente.
- 2) Vela porque las operaciones que realicen sus socios se efectúen dentro de las normas establecidas por las leyes y los reglamentos que regulan la operación bursátil.
- 3) Vigila la conducta profesional de sus agentes para que se rijan conforme a los principios de ética profesional.
- 4) Cuida que los valores inscritos en sus registros satisfagan todas las disposiciones legales correspondientes y ofrezcan un máximo de seguridad a los inversionistas.
- 5) Difunde ampliamente las cotizaciones de los valores, los precios y las condiciones de las operaciones que se ejecutan en su seno.
- 6) Divulga las características de los valores inscritos en sus pizarras y las cualidades de las empresas emisoras.

La autoridad suprema de la Bolsa de Valores de México la constituye la Asamblea General de Accionistas.

Los agentes de bolsa son los accionistas de la sociedad y sólo ellos pueden poseer las acciones de la Bolsa; pero para que una persona adquiriera la calidad de agente de bolsa necesita, además de poseer una acción de la institución, satisfacer un conjunto de requisitos que acrediten su capacidad técnica y solvencia moral y económica.

La Bolsa de Valores de México, ha llegado a ser el mercado organizado de valores más importante del país. Muchas de las más importantes empresas mexicanas, han podido crecer y financiar sus programas de expansión, gracias al apoyo y colaboración del mercado de valores.

De las tres Bolsas de Valores oficiales que existían en la República, el 90 % de las operaciones totales se realizaban en la Bolsa de Valores de México que operaba en el Distrito Federal, la Bolsa de Valores de Guadalajara y la Bolsa de Valores de Monterrey no lograron impulsar el desarrollo de los mercados regionales de acciones, sólo se concretaban a operar en forma incipiente los mismos títulos que comerciaban en la Ciudad de México.

En el año de 1976 se realizó la fusión de las Bolsas de Valores de Guadalajara y Monterrey con la de México, dando paso a su nueva denominación.

1.3 LOS VALORES Y SU FUNCION

Los valores son títulos emitidos por personas físicas, empresas o gobiernos, que otorgan un derecho literal de propiedad, que puede ser sobre los activos o los pasivos del emisor; - produciendo un rendimiento económico y se negocian en el mercado de valores.

Existen multitud de valores y no todos son objeto de comercio en Bolsa. En términos generales, se puede afirmar que sólo son cotizables en Bolsa aquellos títulos provenientes de una misma emisión, producidos en masa o en serie; que tienen las mismas cualidades, conceden los mismos derechos a sus tenedores y pueden tener un curso de cambio común.

Los valores cotizados en Bolsa pueden clasificarse atendiendo a diversos criterios:

- a) Conforme a su origen: en mexicanos y extranjeros, - según sea la nacionalidad de la entidad emisora.
- b) Conforme a la naturaleza de la entidad emisora: en públicos y privados. Serán públicos los emitidos - por instituciones gubernamentales, y privados los - emitidos por personas físicas o morales de caracter particular.
- c) Conforme a su rendimiento: pueden ser de renta fija o de rendimiento variable. De renta fija son los que se obligan a retribuir a su poseedor un interés periódico constante, independientemente de cualquier contingencia. Son de rendimiento variable aquellos cuya retribución se condiciona a la utilidad de la empresa emisora.

Los valores de rendimiento variable se llaman así porque su producto está sujeto al resultado del ejercicio de las empresas que los emiten, es decir, si la empresa emisora obtuvo grandes utilidades, el rendimiento de esos valores será muy alto; si fueron pequeñas será ínfimo.

Este tipo de valores lo constituyen las acciones, las cuales se clasifican en: preferentes y comunes.

Las acciones son títulos-valores que representan una fracción del capital de una empresa. El propietario de una acción común es participante en el negocio, en la parte proporcional que su acción representa. Tiene derecho a percibir los beneficios que el negocio produzca y la obligación de sufrir, hasta el importe de sus aportaciones, las pérdidas que haya; pero además, tiene derecho a intervenir en el nombramiento de los administradores y, en caso de liquidación de la empresa, a recibir la parte proporcional de capital que le corresponde.

Se llaman acciones preferentes aquellas a las que se garantiza un dividendo anual mínimo, y en caso de liquidación de la empresa emisora, tienen preferencia sobre los otros tipos de acciones que haya en circulación. La preferencia de estas acciones consiste en que, si una parte de la utilidad se decreta como dividendo, éste deberá aplicarse primeramente a las acciones preferentes antes de que se decreten dividendos a las comunes.

La función principal de los valores consiste en la captación del ahorro interno, para que las empresas adquieran financiamiento a largo plazo, encausándolo hacia bienes de capital. Esta operación ayuda y facilita la expansión de la actividad económica del país.

El centro del mercado de valores lo constituye la Bolsa, y aunque ella por sí misma no crea nuevos capitales, sí permite que esos capitales acudan al fomento y desarrollo de las industrias.

1.4 OPERACIONES BURSATILES

La Bolsa de Valores de México, por sí misma, no compra ni vende valores y tampoco tiene atribuciones para fijar sus precios y cotizaciones. En cambio, a ella concurren los agentes para vender y comprar valores por cuenta de miles de personas. De la competencia diaria que se establece entre todos los agentes de bolsa, se fijan los precios.

Las Bolsas aseguran a compradores y vendedores que los precios que pagan son los más equilibrados, que han surgido de la libre competencia entre todas las ofertas y demandas que en ese momento concurren al mercado.

La negociación bursátil no es caótica, se desarrolla bajo un conjunto de normas legales, reglamentarias y de contumbre, que no sólo facilitan el trabajo de los agentes de bolsa, sino que tienen un propósito más importante que es el de salvaguardar los intereses de los inversionistas. Para hacer más fluida y regular la negociación bursátil, los agentes utilizan un conjunto de procedimientos para uniformar la mecánica de las operaciones. Esto significa que todas las órdenes pueden ser agrupadas dentro de tipos específicos y que a cada grupo se le otorga siempre un trato semejante.

Las órdenes pueden ser: a precio limitado; al mercado; y condicionales. Se llaman órdenes a "precio limitado" a aquellas en las cuales el cliente fija el precio a que deben ser vendidos o comprados los valores. En estos casos, la ejecución de la orden requiere que el mercado esté en condiciones para comprar o vender precisamente al precio que el cliente estableció.

Se conoce con el nombre de "órdenes al mercado" aquellas en

las que el cliente deja al arbitrio de su agente el precio a que debe vender o comprar los valores. En este caso, el agente tratará de realizar la operación al mejor precio posible.

Las órdenes son "condicionales" cuando un cliente da instrucciones de comprar o vender, condicionando su operación a que se presente una situación concreta.

Usualmente las órdenes se expresan por lotes, entendiéndose por ésto un paquete de 100 títulos en el caso de acciones y, de \$ 10,000.00 valor nominal cuando se refiere a valores de renta fija.

Cada emisión tiene un lugar asignado en las pizarras de la Bolsa, y todas las transacciones que se realicen con los valores de una misma emisión habrán de ser registrados precisamente en ese lugar. Por otro lado, en el Corro Central de Operaciones de la Bolsa, varios empleados consignan las condiciones y los precios de todas y cada una de las operaciones que se realizan.

Los precios de las acciones sufren continuamente cambios, - debido a que los valores permanentemente están en manos de miles de personas, quienes representan situaciones diferentes y una gran variedad de deseos y necesidades. Por otro lado, también millares de personas compran constantemente valores y ellas también representan infinidad de actitudes y motivos que las inducen a comprarlos. Cualquiera que sea el motivo para que una persona venda o compre acciones, se puede afirmar que el precio que obtenga o pague por ellas dependerá de las condiciones generales del mercado y de la urgencia que tenga por ejecutar la operación.

Dos son esencialmente los servicios que presta el agente de bolsa a su clientela: por un lado, se preocupa por mantener la informada de todo cuanto ocurre en el mercado de valores y, por otro, realiza para sus clientes la compra-venta de valores, tratando siempre de obtener las mejores condiciones para aquellos que le han confiado sus órdenes. Los agentes cobran por sus servicios una comisión rígidamente establecida en el arancel de la Bolsa. Esta comisión sólo la devengarán cuando realizan alguna operación para su clientela.

1.5 MERCADO DE VALORES EN MEXICO

El mercado de valores mexicano ha demostrado un crecimiento notable únicamente en las dos décadas pasadas. El mercado, tal como lo conocemos hoy día, inició su despegue hasta el año de 1964, cuando se ofrecieron 40 de las 56 acciones que se operaron activamente en 1969; los factores de esta acelerada expansión fueron varios: existía una sólida confianza del público en el sistema bancario propiciada por la larga estabilidad del peso, además, por la reorientación de captación y crédito hacia lugares que no habían participado de estas facilidades, generándose así un exceso de liquidez que buscaba abiertamente medios de canalizarse. Por el lado de la oferta, tenemos que Nacional Financiera, S.A. promovió públicamente sus acciones aumentando las posibilidades atractivas para el inversionista.

Es quizás este exceso de liquidez la base del desarrollo de esta nueva etapa del mercado de valores, ya que la oferta de recursos del sistema bancario sobrepasaba la demanda de créditos por parte de los sectores público y privado ocasionando así que las sociedades bancarias buscaran otros medios para orientar sus recursos excedentes.

Este resurgimiento del mercado de valores no solo tomó por sorpresa al sistema "económico" de operaciones bursátiles, sino que se encontró con una serie de reglamentaciones desde su formalización en el año de 1880, que no constituyeran una referencia congruente en materia legal, por lo que se hizo imprescindible unificar estas normas de manera que no obstaculizaran el repentino crecimiento de las operaciones bursátiles, lográndose la creación de la Ley del Mercado de Valores.

Los principales intermediarios del sistema han sido:

- Departamentos bancarios de valores
- Sociedades que operan como casas de bolsa
- Agentes de bolsa
- Fondos de inversión

A finales de 1969 existían 356 empresas de las cuales 56 mostraban alguna actividad de cotización entre el público, ésto indica que la mayoría de las empresas registran sus títulos con propósitos muy distintos para los cuales fué creada la Bolsa; dentro de las razones primordiales tenemos:

- a) prestigio comercial
- b) la creencia equivocada de que al estar registradas las acciones de una empresa en la Bolsa, el precio que ésta marque servirá como punto de referencia para que los accionistas puedan financiar a través de una institución bancaria que reconozca la cotización realizada previamente por la empresa; política que en sus últimos fines beneficia a los accionistas mayoritarios, más no contribuye a la expansión del capital de la empresa y por lo tanto al crecimiento de la misma.

Este problema ha sido originado fundamentalmente por las bajas cuotas de inscripción, que constituyen los principales ingresos de la Bolsa, lo que implica que al no poder disponer ésta de recursos suficientes le impide promover dichos valores en el mercado público. Además de que estas cuotas son bajas, casi uniformes, independientemente del tamaño de las empresas, medido a través de su capital pagado.

Existen además otros problemas que afectan el mecanismo de oferta de títulos entre los cuales destacan: la falta de paralelismo entre la dimensión de la cantidad ofrecida y la

capacidad de absorción del mercado, lo que hace que éste se sature e impida que los precios puedan responder en forma normal ante situaciones favorecedoras.

Como también la actitud por parte de los empresarios al tratar de fijar un precio artificial de los títulos recién emitidos, deseando que se cotizen de manera similar a los títulos de empresas que operan en el mismo ramo, ésto origina que esas acciones, debido a su falso sostenimiento, se derrumben en forma sorpresiva haciendo difícil su recuperación y creando expectativas poco favorables entre los demandantes.

Otro factor poco favorable para el desarrollo del sistema bursátil lo constituye la falta de motivación hacia los inversionistas, a través de una mejor información que reduzca el grado de incertidumbre, no sólo en lo que respecta al comportamiento de los títulos que se cotizan, sino también en el funcionamiento general de la Bolsa y las posibles ventajas que puede traer consigo el operar en el mercado de acciones, tales como incentivos fiscales para el caso de las empresas, o en general, el rendimiento comparativamente atractivo de una cartera diseñada mediante técnicas adecuadas. Estas medidas tienden a promover un flujo de demanda de títulos en forma continua, lo que a su vez garantiza una cierta uniformidad en el comportamiento del mercado, evitándose fluctuaciones cíclicas, generadoras de incertidumbre, que en esta forma aumentan el riesgo para el inversionista.

A partir de la segunda mitad de 1977 se inició un fuerte crecimiento del índice de precios de las acciones cotizadas en la Bolsa Mexicana de Valores. La raíz de estos acontecimientos puede encontrarse en el período posterior al inicio de la flotación del peso. Como consecuencia de los momentos difíciles por los que atravesó la economía en 1976, a cuyo punto más crítico se llegó a la devaluación del peso, el sistema

financiero se vió afectado por la reducción de la captación del ahorro y con ello la disponibilidad de fondos para otorgar financiamiento.

La crisis económica hizo patente la necesidad de fortalecer la estructura del sistema financiero, que requería de cambios que la hicieran más flexible y adaptable para garantizar las posibilidades de desarrollo.

El mercado de valores surgió como una vía atractiva de obtención de recursos. La necesidad de financiamiento y la escasez de alternativas que complementaran el crédito bancario, dieron paso a que algunas empresas se decidieran a emitir títulos bursátiles. Esto se vió alentado por la existencia de excelentes condiciones para la venta de valores de las empresas, ante una demanda creciente de papeles que hizo elevar los precios de colocación.

El crecimiento del mercado bursátil resultó favorecido principalmente por tres aspectos: (1) la recuperación de la economía; (2) el fuerte apoyo de las autoridades respectivas, y (3) la atracción de nuevos inversionistas a este mercado.

Los primeros cuatro meses de 1979 fueron de espectacular crecimiento en volúmenes operados, precios y emisiones. La bolsa constituyó, para cada vez mayor número de inversionistas, una alternativa clave en sus decisiones de inversión. También lo fué para las empresas que vieron en ella la oportunidad de obtener importantes financiamientos.

La mayor demanda y las proyecciones de crecimiento impulsaron el progreso de las casas de bolsa en el Distrito Federal y en provincia, abriendo un importante mercado potencial para la demanda y oferta de acciones.

2.1 EL INVERSIONISTA

La importancia que reviste el inversionista en el mercado de valores es decisiva, ya que es la parte más sensible y desde luego determinante del mismo; es él quien dirige la tendencia, desarrollo y perspectivas de la actividad bursátil. La suma de las decisiones individuales es lo que representa las fuerzas de oferta y demanda.

Por otra parte, el inversionista es quien fomenta o limita - en una economía mixta- el desarrollo de diferentes actividades económicas, puesto que proporciona el financiamiento a las empresas.

Dentro del ámbito bursátil existen dos clases bien marcadas de inversionistas: los particulares y los institucionales. - Los primeros son personas físicas y los segundos personas morales.

A los inversionistas particulares se les puede clasificar en base a las motivaciones de concurrencia al mercado de valores en:

- a) rentistas
- b) inversionistas y
- c) especuladores.

La característica general del inversionista particular, es la de obtener ganancias en el mercado de valores y la clasificación que se puede hacer de ellos obedece a la actitud que adopten frente al mercado. Difieren en motivos económicos y psicológicos, y van desde el conservador rentista hasta el especulador.

CAPITULO II

MARCO TEORICO PARA LAS DECISIONES DE INVERSION FINANCIERA

La influencia de este sector va en función directa al desarrollo del mercado de valores, es decir, mientras más sofisticado sea éste, mayor es la concurrencia por parte del inversionista particular. Asimismo, proporciona a la actividad liquidez y movilidad de precios. Por lo regular, sus decisiones las hace tomando en cuenta el comportamiento del inversionista institucional.

Este tipo de inversionista está más interesado en los rendimientos anuales que le proporcionan sus acciones que en cambios de precio de las mismas. No obstante, estos cambios los toma en cuenta en el sentido de protección ante fluctuaciones radicales que le afecten decisivamente.

Por otra parte, el inversionista particular puede considerar también el factor crecimiento de la inversión como primer término y relegar los rendimientos anuales a segundo término.

De la clasificación de los inversionistas particulares se puede decir lo siguiente:

- a) Rentista. Se trata de personas que viven de los productos de su patrimonio. Su principal característica es la de buscar el óptimo rendimiento a la par de la seguridad del mismo. Son muy conservadores y su contacto con el mercado es casi nulo. Por lo regular hacen una inversión original y se concretan a percibir los productos. Su cartera está constituida en su mayoría por valores de renta fija. El único factor que hace que el rentista canalice parte de su cartera al sector de renta variable lo constituye el temor a la devaluación.

- b) Inversinista. Este grupo lo constituyen aquellos ahorradores individuales, cuyos recursos son invertidos - en valores mobiliarios, ya sea de renta fija o variable. Sin embargo, en nuestro medio, esta categoría se aplica a los tenedores de acciones.

Se caracterizan por conocer el mercado de valores superficialmente, dejándose guiar por opiniones autorizadas.

En función de la posición que adopten frente al mercado se les puede dividir en inversionistas defensivos y agresivos. El primero busca un margen considerable de seguridad, no deseando revisar continuamente las inversiones que realiza. Su cartera se integra por títulos de renta fija de primera clase y una serie de acciones de empresas importantes, generalmente preparada por un consejero de inversión o un analista de valores.

Por lo que respecta al inversionista agresivo, lo que busca es la obtención de ingresos más elevados que los inversionistas defensivos. Cuenta con conocimientos sobre el funcionamiento y características del mercado de valores, de sus tendencias y perspectivas, sin embargo, puede incurrir en notables pérdidas. Por lo general adquiere acciones cuyos precios se hayan comportado mejor que el mercado en conjunto en un período determinado. Compra los títulos cuando existe contracción de precios y los vende cuando se encuentran en niveles superiores.

- c) Especulador. En términos generales es el que conoce con bastante profundidad el mercado de valores, cuenta con recursos y tiempo suficientes para canalizar sus inversiones. La finalidad que persigue es la de obtener una utilidad a corto plazo que le permita incrementar su

volumen de recursos, para estar en condiciones de hacer otra compra y así sucesivamente. Como consecuencia del conocimiento del mercado y del estrecho contacto que tiene con él, muchas veces cuenta con información interna que lo coloca en posición ventajosa respecto a los demás compradores y vendedores. Su cartera estará formada con pocos valores, ya que en esta forma podrá dedicarle el mayor tiempo posible al estudio de cada uno.

La especulación se justifica fundamentalmente porque:

- 1) minimiza la desviación de los precios del valor real de la inversión;
- 2) provoca constantes transacciones y
- 3) permite que los precios reflejen tanto los eventos actuales como los futuros.

En cuanto al inversionista institucional, dentro del marco bursátil, es el más importante, pues con base en sus transacciones se determina la tendencia general del mercado; integran cuerpos técnicos especializados lo que les brinda el poder adelantarse a los acontecimientos. Estos expertos prevén situaciones futuras a plazos previamente fijados, considerando gran número de variables y el objetivo que persiguen es la maximización de resultados y minimización de pérdidas.

Este tipo de inversionista, a diferencia del particular, cuyos resultados son trascendentales sólo para él, debe de rendir resultados a una asamblea de accionistas o a un Consejo de Administración o a un grupo de inversionistas.

2.2 VALOR DE MERCADO

En términos generales, el valor de mercado es el resultado de la apreciación subjetiva por parte de los accionistas e inversionistas sobre:

- a) Situación y perspectivas de la empresa
- b) El mercado de la acción
- c) Situación económica, financiera y política en general
- d) Las situaciones casuales de oferta y demanda

Una de las características de este valor de mercado es su dinamismo, es decir, que está sujeto a continuas fluctuaciones en el tiempo.

Dichos cambios en los niveles de cotizaciones están en función, principalmente, de los siguientes factores:

- a) Ganancias y/o dividendos de las empresas. Estos renglones mantienen una pauta de comportamiento, ya sea a la alza o a la baja, según la evolución de la economía, existiendo una correlación con los movimientos cíclicos de ésta. Sin embargo, las fluctuaciones de las utilidades será menor o mayor en diferentes ramas.

Por otra parte, independientemente del ramo, otro factor que podemos mencionar, es la estructura de costos de las empresas, tanto fijos como variables, cuyo estudio nos dará un elemento de la "sensibilidad coyuntural de la empresa", esto es, el posible comportamiento ante la diversidad de circunstancias a que se va enfrentando en el entorno en que se desenvuelve. De aquí que, -

en épocas de auge conviene comprar acciones de empresas con alto grado de costos fijos y, en épocas deprecivas, adquirir acciones de empresas que puedan reducir su producción y costos en forma paralela.

- b) **Liquidez general de la economía.**- Expresa la relación entre la demanda y oferta de capital. Dicha situación de liquidez está determinada por diversidad de elementos, entre los que destacan: gastos públicos, medio - circulante, tasas de interés, etc.
- c) **Confianza general en el mercado.**- Por lo que toca a este factor, la característica la imprime el clima psicológico que priva en el medio inversionista. Por ejemplo, los movimientos de los precios en el mercado suelen generar un proceso acumulativo, esto es, hay gente que compra porque el mercado se encuentra en un período de alza. El hecho de que cierto número de personas ganen dinero en la Bolsa estimula a otros. Lo mismo acontece cuando se trata de un movimiento a la baja.
- d) **Inversiones extranjeras.**- En este caso, la estabilidad política y monetaria son los factores de mayor significación.

2.3 VALOR TECNICO

Contra el valor de mercado se opone un valor denominado "valor técnico" o "intrínseco", mismo que se refiere al precio que debería tener en un momento dado una acción de acuerdo a criterios objetivos. Esta corriente de pensamiento establece que la acción tiene un valor en sí absoluto, y las formas de medirlo son maneras de aproximarse a él. Así, el defecto al determinarlo no está en el valor, sino en la forma de medirlo, es decir, los datos y elementos tomados en cuenta, o bien, resultaron ineficientes o no fueron lo veraces que debían haber sido. Por otra parte, hay otra corriente que enuncia que no existe este valor intrínseco, sino que hay distintos valores, dependiendo de cada caso en particular, por ejemplo, en una misma acción el valor será distinto para el caso de una compra especular que de una compra de paquete con fines de control, de inversión a largo plazo, etc.

Una evaluación de estas dos corrientes conduce a afirmar que sí existe un valor intrínseco y que efectivamente éste puede tener diferentes parámetros dependiendo de la finalidad de la inversión.

Los principales criterios objetivos para medir -dentro de determinados límites- el valor técnico o intrínseco de una acción son los siguientes:

CRITERIO ESTADICO O CON ENFASIS EN ACTIVOS. - Este criterio parte de que toda acción vale por los bienes que posee. Por consiguiente, los valores que toma en cuenta son: el valor en libros de la empresa y el valor de liquidación.

En general, este criterio resulta poco valioso y poco aplicable en la mayoría de los casos ya que excluye el principio de negocio en marcha y por lo mismo no considera la capacidad de la empresa para generar utilidades.

CRITERIO DINAMICO O CON ENFASIS EN CAPITALIZACION DE UTILIDADES.- Está basado en la evolución futura de la empresa y nos dice que el valor de la acción depende de lo que ganará en el futuro. Bajo este criterio, los dividendos pierden preponderancia; de igual forma pierden valor los activos, y las utilidades anteriores se estudian más que nada para calcular tendencias.

Los pasos a seguir para la valorización de una acción son: -

- (1) estimación de las utilidades y
- (2) determinar cuánto se va a pagar por ellas.

CRITERIO CON ENFASIS EN LA DISTRIBUCION DE DIVIDENDOS.- Aquí se toma como dato más relevante, los flujos de efectivo que lleva consigo esta tipo de valorización. Se fundamenta en el hecho de que el valor de mercado en cualquier momento, es en cierto modo, un reflejo del valor presente de todos los dividendos futuros. Por lo que el proceso de evaluación recae en la determinación del valor presente de los dividendos futuros. Este método no incluye la ganancia de capital que en un momento dado pueda tener la acción.

CRITERIO CON ENFASIS EN EL VALOR DE MERCADO.- Se basa en que el valor de mercado ya refleja la evaluación que se ha hecho en los anteriores criterios y, que por tanto, estudiando el comportamiento de las cotizaciones en el pasado, se puede determinar su evolución futura. La composición de gráficas, la instrumentación de modelos probabilísticos y modelos con base en técnicas de simulación, entre otros, constituyen las -

principales herramientas de juicio en la evolución del mercado de valores en su conjunto al igual que el de los títulos en forma individual.

2.4 ANALISIS TECNICO

Consiste en el estudio del desenvolvimiento de las cotizaciones en el mercado, con el fin de evaluar y determinar - el curso probable que tomarán los precios, tanto de acciones individuales como del mercado en general. Este tipo de análisis no toma en cuenta la información concerniente a - la empresa ya que se centra únicamente en el precio histórico de la acción en el mercado.

Este tipo de análisis tiene como fundamentos técnicos los siguientes:

- 1) El valor de mercado es determinado solamente por la interacción de la oferta y la demanda.
- 2) La oferta y la demanda son gobernadas por una variedad de factores racionales e irracionales. En estos factores se incluyen las opiniones, actitudes y suposiciones de los inversionistas.
- 3) Sin tomar en cuenta las pequeñas fluctuaciones en el mercado, los precios de las acciones se mueven con tendencia que persiste por períodos considerables, y
- 4) Los cambios en las tendencias son motivados por cambios en las relaciones de oferta y demanda. Estas - fluctuaciones, sin importar por qué ocurren, pueden ser detectadas tarde o temprano en la acción misma del mercado.

Este análisis considera que lo más importante son las fluctuaciones que tiene el mercado a corto plazo, puesto que se puede maximizar la utilidad en un determinado valor, aprovechando los movimientos que ocurren en el precio de éste, a través

de comprarle en los puntos más bajos y venderle en los puntos altos.

2.5 ANÁLISIS FUNDAMENTAL

Consiste en el estudio, análisis y evaluación de la actividad de la empresa, expresada en conceptos tales como: ventas, utilidades, dividendos, administración, etc., con el objeto de estimar su potencial de crecimiento en términos de utilidades, principalmente. La premisa básica de este análisis es que toda acción tiene un valor presente que depende de su potencial de generar utilidades y el precio del mercado tiende a fluctuar hacia ese valor. O sea, que el valor de la empresa está íntimamente vinculado a sus utilidades futuras; éstas a su vez, están relacionadas (son una función) a sus inversiones en el sentido más amplio de la palabra.

De aquí, que uno de los problemas estriba en hacer estimaciones valaderas de las "utilidades futuras".

Ahora bien, para lograr un pronóstico de utilidades con un grado de confiabilidad aceptable, es necesario el estudio del comportamiento que ha tenido la empresa en el pasado, la distribución actual de sus inversiones y su capacidad para generar utilidades en un mercado dado, cuya característica principal es la constante evolución. Todo lo anterior enmarcado en el ámbito económico-financiero del momento. Una vez obtenidas esas utilidades, se observa su utilización práctica en el mercado de valores, empleando como principales herramientas el "estudio de múltiplos" y el de "dividendos".

2.6 MÚLTIPLOS Y DIVIDENDOS

Al cociente que resulta de dividir el precio de mercado de la acción entre la utilidad neta por acción, se le denomina múltiplo. Esta relación indica el número de veces que la utilidad por acción está implícita en la cotización. Por ejemplo, supongamos que tenemos los siguientes datos:

<u>Empresa</u>	<u>Su precio al 15-11-80</u>	<u>Utilidad por acción</u>
Celanese	273.00	16.13

Su múltiplo a esa fecha sería:

$$P/U = 16.9$$

El múltiplo es una medida convencional de la acción, por que da una indicación de la situación de la empresa, medida en función del precio de la acción. Esta herramienta es de suma utilidad porque permite evaluar el mercado de renta variable a una fecha determinada en función de los múltiplos de las acciones, con lo cual se puede objetivizar la situación que guarda cada título en relación al mercado en general.

Para obtener un mayor grado de validez en el uso de este instrumento de análisis, es necesario que se adicione - también un estudio de los múltiplos históricos de cada título, de la rama a que corresponde y del mercado en su conjunto. Esto es importante por lo siguiente: si tomamos el promedio del mercado en los últimos cinco años y vemos que la relación precio-utilidad es de 8.0 veces, se puede decir que una acción con un múltiplo de 8.0 veces se encuentra en el promedio del mercado y por tanto es probable que sus movimientos tengan alta correlación con el mercado. Si en un momento dado dicha acción tuviese un

múltiplo menor, ésto nos indicaría que su cotización está presionada y sería probablemente un buen momento para la compra. Si por el contrario, el múltiplo es mayor, quizá reflejaría una oportunidad de venta.

Un múltiplo que se eleva rápidamente en el tiempo, significa por lo general una acción con perspectivas de crecimiento durable. Por otro lado, hay que tener presente que pueden existir grandes utilidades o pequeñas en ejercicios anormales, por lo que deben de tomarse en cuenta al sacar el promedio ponderado.

El otro aspecto significativo en la evaluación de las acciones es el que está relacionado con la parte de las utilidades que son distribuidas a los accionistas de las empresas.

La proporción de las utilidades pagadas como dividendos a los accionistas nos mostrará la política seguida por la empresa. Esta relación se obtiene dividiendo el monto total de dividendos decretados entre la utilidad neta. Se debe obtener el marco histórico de esta relación, observando los parámetros que ha mantenido la empresa.

La instrumentación práctica en lo concerniente al mercado accionario está dada por el rendimiento, mismo que se refiere al porcentaje resultante de dividir el dividendo entre el precio de la acción. Una baja en el rendimiento puede ser ocasionada por un decremento en el dividendo pagado, o un incremento en el precio de la acción. El inversionista muy a menudo calculará el rendimiento de acuerdo con el precio que pagó o va a pagar por la acción, aún cuando el precio haya cambiado desde que la posee o que el dividendo vaya a cambiar después que la compre. Los dividendos deberán satisfacer las necesidades personales de cada inversionista.

El significado del rendimiento, ya sea para comprar o vender, estará dado por el precio presente y el dividendo anual presente o esperado. Generalmente las acciones con un potencial de crecimiento satisfactorio tendrán un rendimiento bajo, y por el contrario, las acciones con una política estable de dividendos y un monto razonable, pero que no tengan la característica anterior, tendrán un rendimiento alto. Lo más importante es el estudiar el rendimiento histórico, con el objeto de poder apreciar la conveniencia de la inversión en tal o cual acción.

2.7 EL RIESGO EN LAS INVERSIONES

El factor riesgo es un elemento que va implícito en cualquier toma de decisión de inversión.

Dentro de los riesgos que lleva implícita una inversión podemos mencionar los siguientes:

- a) variaciones en el rendimiento y en el valor de los títulos,
- b) cambios en el poder adquisitivo de la moneda,
- c) independencia y liquidez del mercado,
- d) actitudes legislativas del gobierno que afecten a las acciones.

Los puntos señalados conducen a variaciones positivas o negativas en el desenvolvimiento del mercado. Es imposible establecer un sistema de inversión que elimine por completo los riesgos, pero en cambio se puede indicar los medios para minimizar éstos.

Un programa de inversión acertado debe considerar y ponderar los riesgos que se pueden presentar en el futuro, para lo cual se debe tener en cuenta una serie de factores que son causas fundamentales de los mismos:

Factor de la relatividad.- En el mercado de valores se mueven diversos títulos que representan una gran variedad de negocios. Estos títulos valores de las empresas se distinguen en su capacidad para satisfacer las más distintas exigencias de lucro. Al existir diferentes concepciones respecto a la redituabilidad de una inversión, se generan transacciones que dan origen a la liquidez bursátil.

Tal liquidez impone una tarea de constante vigilancia del mercado, con el objeto de aprovechar cualquier oportunidad de mejorar una posición o de minimizar pérdidas. Así puede resultar que la cotización de un determinado título pueda estar presionada, manteniéndola a niveles bajos, no porque su valor intrínseco haya disminuído en términos absolutos, sino en relación al atractivo que ofrecen otros títulos. Es por ésto que, aparte de determinar la bondad de cualquier inversión, se debe de considerar también la posición relativa que guarda en el mercado en su conjunto.

Factor dinámico.- El análisis de valores por el método fundamental proporciona elementos de juicio para la elección entre distintas alternativas de inversión; pero no debe olvidarse que aún empleando herramientas de análisis sofisticadas, toda posibilidad guarda caracteres especulativos debido al dinamismo que caracteriza a las operaciones bursátiles.

Factor de individualidad.- Muchas veces se recurre a la evaluación de un título mediante técnicas que conceden importancia preponderante a las características individuales como su valor en libros o su desenvolvimiento particular en el mercado, haciendo caso omiso de su interdependencia con otros títulos y con las tendencias generales.

Factor especulación.- Toda inversión lleva implícita, en menor o mayor grado, el factor especulación. Actitudes del mercado bursátil y posiciones externas a él provocan modificaciones en la cotización de los títulos. Dichos cambios en los precios pueden estar influídos por movimientos especulativos, originados por el desconcierto momentáneo en cuanto al valor de un título, o bien pueden presentarse por operaciones preconcebidas.

Factor oportunidad.- En la continua revisión del mercado se presenta el problema de cómo reconocer y aprovechar las mejores oportunidades de inversión. Por lo tanto, es necesario esforzarse en conocer el mayor número de elementos que inciden en el comportamiento de cada título, para poder diagnosticar cuándo se encuentra cada uno en la mejor posición de ser objeto de compra o venta.

Factor pronóstico.- Una previsión por sólidamente fundada que se encuentre, estará siempre sujeta a una comprobación posterior. Sin embargo, muchas veces se cuenta con pronósticos suficientemente fundados para otorgarles un alto índice de confiabilidad. Toda oportunidad de mercado se relaciona con pronósticos de precios; la validez de ellos estará en función de: el período del pronóstico, las premisas consideradas, el método empleado y las modificaciones a las condiciones supuestas.

CAPITULO III

MODELO DE MARKOWITZ

3.1 SELECCION DE CARTERAS DE INVERSION

El modelo de Markowitz presenta técnicas para poder analizar carteras de inversión. Este análisis se utiliza para carteras que contengan un gran número de títulos (acciones, obligaciones, etc.) el cual se inicia con la información concerniente a valores individuales y termina con conclusiones sobre las carteras en forma global.

Las fuentes de información que se utilizan son:

- el pasado desempeño de los valores y
- la opinión de un analista bursátil sobre el futuro desempeño de los mismos.

Markowitz explica en su modelo, que uno de los rasgos sobresalientes de las inversiones en valores es la incertidumbre. Las consecuencias de las condiciones económicas que prevalezcan en el medio o las influencias no-económicas, pueden cambiar el curso de acción de los valores, el nivel de actuación del mercado y el desempeño de un valor en forma individual.

Una situación de riesgo existe si un individuo actúa basándose en distribuciones de probabilidad. La teoría de la cartera involucra decisiones hechas bajo condiciones de riesgo. Incertidumbre significa no poder predecir el futuro con certeza, por lo que se le considera en este campo sinónimo de riesgo. La teoría de la cartera supone que los inversionistas son inciertos en sus decisiones, pero no ignorantes.

Un segundo rasgo sobresaliente de las inversiones en valores es la correlación que existe entre los rendimientos de los mismos. A veces, los rendimientos de las acciones tienden a moverse juntos, ya sea hacia el alza o hacia la baja. Esta correlación no es perfecta: hay acciones individuales

y grupos de empresas que tienen a veces un movimiento que va en contra del flujo general de crecimiento del mercado. Frecuentemente en este medio hay períodos que provocan una actividad económica generalmente alta o - puede ocurrir lo contrario, que haya una baja.

Si los rendimientos de las acciones no estuviesen correlacionados, la diversificación de una cartera podría eliminar el riesgo. El hecho de que los rendimientos de las acciones estén altamente, pero no perfectamente correlacionados, implica que la diversificación puede reducir - el riesgo pero no eliminarlo.

La correlación entre los rendimientos no es la misma para todas las acciones; por lo general se espera, que el rendimiento de una acción esté más relacionado con aquellos que pertenecen a acciones de empresas de un mismo ramo, - que con aquellos que no lo son.

3.2 OBJETIVOS DE UN ANALISIS DE CARTERA

Un análisis de cartera debe basarse en criterios que sirvan como guía para separar lo relevante de lo irrelevante.

Los dos objetivos que son comunes para la mayoría de los inversionistas son:

- a) el rendimiento debe ser alto y
- b) éste debe ser lo más estable, que no esté sujeto a incertidumbres. Aunque hay inversionistas que prefieren asumir riesgos.

Las técnicas que describe el modelo están diseñadas para lograr los dos objetivos que son comunes para los inversionistas, ya que no son utilizadas para el tipo de especulaciones de los que prefieren la incertidumbre.

Hay dos tipos de carteras:

- a) Ineficientes - que son las que tienen bajos rendimientos y una gran incertidumbre.
- b) Eficientes - son las que tienen altos rendimientos y una menor incertidumbre con respecto a las demás carteras.

Una cartera con un rendimiento probablemente "alto", no necesariamente es la única que posee la menor incertidumbre, ya que puede ocurrir lo contrario.

El análisis del modelo consta de lo siguiente:

- 1) Se separan las carteras eficientes de las ineficientes.

- 2) Se describen las combinaciones de los probables rendimientos con respecto a sus incertidumbres, de las carteras eficientes.
- 3) Se selecciona la combinación del probable rendimiento y de la incertidumbre (riesgo) que mejor convenga al inversionista, de acuerdo a sus necesidades y preferencias.
- 4) Se determina la cartera que proporcione la combinación más conveniente entre el rendimiento y el riesgo.

3.3 RENDIMIENTO DE UNA CARTERA DE INVERSION

El rendimiento de una cartera durante un año es definido como: el precio del presente año menos el precio del año anterior, más los dividendos del presente año y todo entre el precio del año anterior.

Por ejemplo:

$$\frac{\text{precio de 1979} - \text{precio de 1978} + \text{dividendos de 1979}}{\text{precio de 1978}}$$

Si en 1978 el precio fue de \$ 50.00, y en 1979 de \$ 45.00 y si en este año el dividendo decretado fué de \$ 2.00, entonces el rendimiento de 1979 será de:

$$\frac{45 - 50 + 2}{50} = -0.06$$

por lo que habría una pérdida del 6 % por cada peso invertido.

Una pérdida es representada por un rendimiento negativo.

Las inversiones en valores difieren con respecto a su estabilidad en cuanto al rendimiento.

La selección de una cartera debe estar basada en opiniones razonables sobre el futuro desempeño de la misma, más bien que sobre el pasado. La selección basada solamente en pasados desempeños de las acciones, supone que los rendimientos promedio de éstos pueden ser buenas estimaciones del "probable rendimiento" en el futuro; y que la variabilidad del rendimiento en el pasado, es una buena medida de la incertidumbre del rendimiento en el futuro.

Inevitablemente, el rendimiento promedio de una cartera depende de alguna forma del valor que hay entre el rendimiento promedio más alto y más bajo de las acciones conte-

nidas en la misma.

La variabilidad del rendimiento de una cartera puede no ser tan pequeña como la menor variabilidad de alguna de las acciones contenidas en ella, pero no siempre ocurre así, por lo que es importante fijarse en la estabilidad del rendimiento durante un período de tiempo.

Por lo general, la variabilidad de una cartera, en cuanto a su rendimiento, es menor que la de cada una de las acciones que la integran, por eso una cartera diversificada resulta más lucrativa y más estable.

Este modelo supone que la mejor medida de la variabilidad del rendimiento de una cartera, es la desviación estándar.

3.4 RELACIONES ENTRE LAS ACCIONES Y LAS CARTERAS

El rendimiento de las acciones es una variable aleatoria, estando sujeta a una distribución de probabilidad. Un valor observado de la variable representa una extracción de alguna distribución de probabilidad.

Los términos utilizados en el modelo de Markowitz son los siguientes:

PROMEDIOS O VALOR ESPERADO.- El valor esperado de una variable aleatoria es precisamente la media de su distribución de probabilidad, o en otra forma, es el promedio ponderado de los diferentes valores del rendimiento que son posibles de obtener. Las probabilidades en este caso se utilizan como ponderaciones.

DESVIACION ESTANDAR Y VARIANZA.- El promedio de las desviaciones al cuadrado es llamada varianza, y la desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza. El riesgo del rendimiento de las acciones se podría definir como la posibilidad de que el rendimiento varíe, y en este sentido se equipara e identifica en el análisis con la varianza del rendimiento esperado de las acciones.

La varianza constituye una medida del grado de dispersión que presenta la distribución de probabilidad de una variable aleatoria y se representa por σ^2 . Al considerar la desviación que muestra la variable aleatoria con respecto a su valor esperado, la varianza será el valor esperado de esta desviación elevada al cuadrado:

$$\text{Var}(R) = \sigma^2(R) = E(R - E(R))^2$$

La desviación estándar de una cartera está determinada por:

- a) la desviación estándar de cada acción que la integra,
- b) la correlación entre cada par de acciones, y
- c) la cantidad que se invierta en cada acción.

COVARIANZA Y COEFICIENTE DE CORRELACION.- La covarianza - entre dos variables aleatorias mide la relación existente entre ellas. La relación que existe entre la covarianza y el coeficiente de correlación (que es otra medida del grado en que están asociadas las variables) es muy estrecha. Matemáticamente hablando, el coeficiente de correlación - entre dos variables es igual a la covarianza que hay entre las mismas dividida por el producto de las desviaciones - estándar de cada una.

El coeficiente de correlación mide la magnitud en que dos series de números tienden a moverse hacia valores mayores o menores en forma conjunta. Si se mueven en perfecta unsonancia, el coeficiente de correlación es uno. Si el aumento o disminución de uno hace que el otro permanezca - inalterable, su coeficiente de correlación es cero, y por lo tanto no estarán correlacionados.

En el análisis de carteras el coeficiente de correlación mide la relación que existe entre dos rendimientos de acciones. La correlación es positiva cuando un rendimiento alto de una acción está relacionado con otro rendimiento alto de una acción. La correlación es negativa cuando un rendimiento alto está relacionado con uno bajo.

El símbolo ρ representa el coeficiente de correlación; - por lo que ρ_{jk} sería el coeficiente de correlación entre R_j y R_k , que son los rendimientos de las acciones j y K respectivamente.

La divergencia del actual rendimiento de una acción respecto a su valor esperado, puede ser expresada en unidades de desviación estándar, y la expresión que se usa es la siguiente:

$$d_j = \frac{R_j - E_j}{\sigma_j} \quad \begin{array}{l} R = \text{es el actual rendimiento} \\ E = \text{es el rendimiento esperado} \end{array}$$

Si consideramos un posible par de valores para los rendimientos R_j y R_k , cada uno puede ser expresado como una desviación normalizada de su valor esperado. El producto de ambos nos da una medida de la desviación total:

$$d_j d_k = \frac{R_j - E_j}{\sigma_j} \frac{R_k - E_k}{\sigma_k}$$

Por lo tanto, el coeficiente de correlación es el promedio ponderado de los productos de sus desviaciones estándar por su probabilidad, utilizada ésta para cada uno con su peso:

$$\rho_{jk} = \sum \text{Pr} (d_j d_k) (d_j d_k)$$

donde: $\text{Pr} (d_j d_k)$ es la probabilidad del par: $d_j d_k$, por lo que nos quedaría que:

$$\rho_{jk} = \sum \text{Pr} (R_j R_k) \frac{R_j - E_j}{\sigma_j} \frac{R_k - E_k}{\sigma_k}$$

COEFICIENTE DE DETERMINACION. - Nos indica el porcentaje del total de la varianza que es atribuible a la relación que hay entre dos acciones:

$$D_{jk} = \rho_{jk}^2$$

Por ejemplo: si un analista de inversiones piensa que el 60 % de la variación en el rendimiento de las acciones - de Fundidora de Monterrey es atribuible a su relación con las acciones de Aceros Tepeyac y el 40 % no lo es, entonces:

$$\rho_{jk}^2 = 0.60 ; \quad \rho_{jk} = \sqrt{0.60} = \pm 0.77$$

Si los rendimientos están positivamente correlacionados, entonces: $\rho_{jk} = +0.77$; pero si están negativamente correlacionados, sería $\rho_{jk} = -0.77$

La covarianza entre dos rendimientos de dos acciones es el promedio ponderado del producto de las desviaciones no-normalizadas:

$$C_{jk} = \sum Pr (R_j, R_k) (R_j - E_j) (R_k - E_k)$$

Lo más importante para un análisis, es que la covarianza es igual al producto del coeficiente de correlación y de las desviaciones estándar de los rendimientos de las acciones:

$$c_{jk} = \rho_{jk} \sigma_j \sigma_k$$

3.5 INVERSIONES EN VALORES

Para poder entender el comportamiento de una cartera es necesario conocer los efectos que producen las combinaciones de las acciones que la componen. Una cartera se caracteriza por las proporciones invertidas en cada uno de sus componentes.

Para seleccionar una cartera se debe de elegir cuánto se va a invertir en cada una de las acciones. La proporción que es invertida en cada una de las acciones es denotada por X_i y la suma deberá ser igual a uno:

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1$$

Un valor negativo denota la venta de una acción en lugar de compra. Esto puede o no ser posible, dependiendo de la situación del inversionista. Si la suma da una cifra mayor que uno, denota que las proporciones requieren de más fondos de los que el inversionista ha invertido. Frecuentemente cada X_i está restringida a un rango entre 0 y 1. Por lo tanto, una cartera es un conjunto de acciones X_i , cuya suma deberá de sumar siempre 1 para que pueda ser factible y además, es necesario que todas las X_i sean mayor o igual que cero.

El rendimiento esperado depende de las proporciones invertidas en las distintas acciones, lo cual es representado por:

$$E_p = E_1 X_1 + E_2 X_2 + \dots + E_n X_n$$

por lo general, la desviación estándar σ_p dependerá de la magnitud en que los rendimientos de las acciones estén correlacionados.

La desviación estándar del rendimiento de una cartera está relacionada con los componentes de la misma por medio de la siguiente expresión:

$$\sigma_p^2 = X_1^2 \sigma_1^2 + X_2^2 \sigma_2^2 + 2 X_1 X_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2$$

Si los rendimientos de las acciones no están altamente correlacionados, algunas combinaciones de las acciones para integrar carteras, darán una desviación estándar del rendimiento más pequeña que cualquiera de las desviaciones de los rendimientos de las acciones tomadas por separado; por lo que en tales situaciones es particularmente útil la diversificación.

Cuando ρ es positiva, todas las posibles combinaciones de las acciones forman carteras eficientes.

El actual rendimiento de una cartera es el promedio ponderado de los rendimientos de sus componentes, utilizando las proporciones invertidas como sus pesos:

$$R_p = \sum_{i=1}^n X_i R_i$$

donde:

R_p es el actual rendimiento de la cartera p

R_i es el actual rendimiento de la acción i

X_i representa la fracción de la cartera invertida en la acción i

El problema que se presenta es la formulación de estimaciones de los rendimientos esperados para cada una de las

acciones, para que por medio de éstas se pueda hacer una estimación del rendimiento de la cartera. Tal estimación puede ser obtenida directamente de la "media" estimada o del valor esperado de una distribución de probabilidad del rendimiento de cada acción.

Para estimar el rendimiento se requiere una medición de la incertidumbre, lo cual debe ser derivado de una distribución de probabilidad, por lo que se debe considerar la desviación estándar de tal distribución.

Las dos medidas que son utilizadas para establecer las estimaciones para cada una de las N acciones que integran la cartera son: el rendimiento esperado de la acción i (E_i) y la desviación estándar de ese rendimiento (σ_i).

El rendimiento esperado de una cartera es el promedio ponderado de los rendimientos esperados de sus componentes, utilizando las proporciones invertidas como sus pesos:

$$E_p = \sum_{i=1}^n X_i E_i$$

donde:

E_p es el rendimiento esperado de la cartera p

E_i es el rendimiento esperado de la acción i

X_i es la fracción de la cartera que debe ser invertida en la acción i .

Otro de los problemas que surgen es la estimación en que cada rendimiento de una acción está relacionado con cada uno de los otros. Estas interrelaciones que existen entre las acciones que integran la cartera, pueden ser establecidas en términos de coeficientes de correlación o covarianzas.

3.6 CARTERAS EFICIENTES. ANALISIS GEOMETRICO

La curva que representa rendimientos más altos y una desviación estándar más baja, puede ser derivada de lo siguiente:

- a) del promedio de los rendimientos de las acciones individuales
- b) de las desviaciones estándar de las acciones,
- y
- c) de las correlaciones entre cada par de acciones.

Una cartera que no esté representada en la curva es ineficiente, ya que existe otra cartera que tiene un mayor rendimiento y una menor o igual desviación estándar. Por lo tanto, todas las carteras que estén representadas por un punto de la curva serán eficientes. Si una cartera es eficiente, es imposible obtener un mayor rendimiento sin incurrir en una desviación estándar mayor, ya que es imposible obtener una desviación estándar más pequeña, sin sacrificar una parte del rendimiento.

Del conjunto de carteras eficientes, el inversionista debe de escoger una combinación de rendimiento y de desviación estándar que satisfaga sus necesidades y preferencias de acuerdo al riesgo y al rendimiento que él desee.

Markowitz decía que para que fuese eficiente una cartera P debía de satisfacer las tres condiciones siguientes:

- a) P debe ser una cartera legítima

Markowitz, al referirse a esta primera condición, daba a entender con ésto, que la cartera óptima no debía incluir ponderaciones negativas de las acciones, o sea, que la cartera estaría integrada únicamente con compras de valores y no con la venta de alguno de ellos.

- b) Si cualquier cartera legítima tiene un mayor rendimiento esperado, debe también tener una mayor varianza de rendimiento que la cartera P
- c) Si cualquier cartera legítima tiene una varianza más pequeña de rendimiento, debe también tener un rendimiento esperado más pequeño que la cartera P

Una cartera ineficiente satisface la primera condición, pero no la segunda ni la tercera.

3.7 EFFECTOS DE LA DIVERSIFICACION

La teoría de la cartera explica que una diversificación eficiente involucra combinar acciones que muestren una correlación imperfecta entre sus rendimientos, y que a la vez que disminuya el riesgo no se vea afectado el rendimiento.

Si tenemos la siguiente suma de N números:

$$1 + 2 + 3 + 4 + \dots + N = \frac{N(N+1)}{2}$$

y este promedio de N variables elegidas al azar no están correlacionadas, y cada una tiene la misma varianza y el mismo valor esperado y N se va incrementando, entonces el valor esperado del promedio permanece constante y la varianza de este promedio se aproxima a cero.

Una cartera con iguales cantidades invertidas en cada una de las N acciones que la integran, tiene un rendimiento esperado igual al promedio de los rendimientos esperados de sus componentes.

Si la varianza del rendimiento de una cartera no depende de los rendimientos esperados de las acciones y, además se supone que los rendimientos de éstas no están correlacionados y tienen iguales varianzas, podemos concluir que la varianza del promedio del rendimiento de la cartera se aproxima a cero, según se va incrementando N.

Aun cuando los rendimientos esperados varían, aumentando la diversificación se incrementa la certidumbre, cuando los rendimientos no están correlacionados y las varianzas son idénticas.

3.8 LA MAXIMA UTILIDAD ESPERADA

Un inversionista que solicita solamente maximizar el rendimiento esperado nunca preferirá una cartera diversificada.

Si una acción tiene un rendimiento esperado mayor que cualquier otra, el inversionista colocaría todos sus fondos en ese título. Si varias acciones tienen el mismo rendimiento esperado, el inversionista se comportaría indiferente ante ellos, por lo que le daría igual integrar o no una cartera diversificada.

Si consideramos la diversificación como un principio digno de hacer una inversión, se debe de rechazar el objetivo de maximizar simplemente el rendimiento esperado.

La teoría de la utilidad máxima esperada dice que el inversionista actuaría como si él juntara números a los que les llama su utilidad para cada posible resultado; y cuando es colocado frente a varias alternativas escogidas al azar, él selecciona la que tenga el mayor valor esperado de utilidad.

Por lo tanto, el inversionista selecciona una de las carteras eficientes basándose en el rendimiento esperado y en su varianza.

El comportamiento humano persigue elevar al máximo sus utilidades. Así, tenemos que la utilidad de un individuo viene a ser función de una inversión y para el problema que se plantea en este caso, nos referiremos a una inversión en acciones.

La utilidad que la inversión en acciones reporte al inversionista será, a su vez, función de los rendimientos de las acciones; y como se supone que todos los individuos tratan

de optimizar la utilidad, a mayores rendimientos en acciones habrá mayor satisfacción para el inversionista.

La selección de una cartera como un problema que se centra en la incertidumbre de los rendimientos de las acciones, implica que el inversionista tendrá que correr un riesgo.

El propósito de un inversionista que pretende elevar al máximo su utilidad, al elegir una cartera de valores se le presentarán dos alternativas que son: la de maximizar su rendimiento para un riesgo dado, o la de minimizar el riesgo para un rendimiento dado. Por lo tanto, la utilidad que la cartera le reditue no será algo seguro e invariable, sino que será una "utilidad esperada".

El enfoque de la utilidad esperada sobre el problema de elección bajo incertidumbre, nos proporciona los criterios que utiliza el individuo cuando se enfrenta a un conjunto de perspectivas cuyos resultados no son ciertos, sino que se esperan con cierta probabilidad, y entre los cuales tendrá que elegir. Tales eventos se caracterizan porque conducen a resultados en los que la ocurrencia de uno impide la de los demás y porque sus efectos se esperan con probabilidad, en otras palabras, son alternativas mutuamente excluyentes y sus resultados son variables aleatorias. Estos resultados de tales eventos muestran una distribución de probabilidad, ya que cada valor que una variable puede adoptar tiene cierta probabilidad de ocurrencia. Entonces, para ser más precisos, el individuo se inclinará por el evento que lleve aparejada una distribución de probabilidades que maximice su utilidad esperada.

El valor esperado o esperanza matemática de la utilidad de una distribución de probabilidad de los resultados que se obtengan, se calcula ponderando la utilidad de cada resultado posible con su respectiva probabilidad, y sumando los -

productos de tales ponderaciones para todos los resultados posibles.

El modelo de la utilidad esperada se ha desarrollado para que se puedan ordenar los diferentes proyectos, en cuanto a su utilidad esperada y a su distribución de probabilidad a que están asociados, en una forma lógica.

Para poder llevar a cabo tal jerarquización, se precisa de una función de utilidad que dé sentido y concrete las diferencias que existen entre los distintos niveles de utilidad para cada alternativa.

La función de utilidad de la riqueza está sujeta a la restricción impuesta por uno de los axiomas del modelo de utilidad esperada, que establece que el individuo siempre preferirá mayor cantidad de un bien si no tiene que sacrificar cierta cantidad de otro.

La trascendencia del enfoque de la utilidad esperada en condiciones de incertidumbre, aplicada al caso de inversiones en valores, reside en que permite describir las diversas actitudes del individuo hacia el riesgo, a través de la función de utilidad de la riqueza; si ésta es lineal, el individuo tendrá indiferencia hacia el riesgo; si es cóncava tendrá aversión por él, y si es convexa tendrá preferencia.

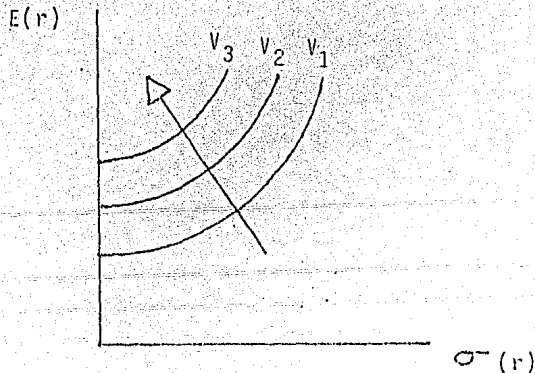
La aversión al riesgo, tratándose de resultados inciertos, origina que la utilidad marginal de la riqueza sea decreciente. La inclinación al riesgo propicia que unidades adicionales de riqueza representen cada vez mayor utilidad al individuo.

3.9 PREFERENCIAS DEL INVERSIONISTA

Si suponemos que los rendimientos de las carteras están normalmente distribuidos, se puede afirmar que la utilidad esperada de un inversionista es una función creciente del rendimiento esperado y una función decreciente del riesgo, por lo siguiente:

- a) Si se mantiene constante la cantidad invertida en acciones y el riesgo del rendimiento de las mismas, e incrementamos el rendimiento esperado de las acciones, el individuo considerará aumentada también su utilidad esperada, ya que siempre prefiere mayor a menor riqueza. Por lo tanto, no variando otros factores, la utilidad esperada del individuo es una función creciente del rendimiento esperado.
- b) Si por otra parte, conservamos fijo el rendimiento esperado de las acciones y aumentamos el riesgo, la utilidad esperada del inversionista decrecerá por su aversión al riesgo.

Si representamos gráficamente estas dos características mediante curvas de indiferencia, colocando en el eje vertical el valor esperado de los rendimientos de una cartera de acciones y lo representamos por $E(r)$; y en el eje horizontal la desviación estándar de los mismos y lo representamos por $\sigma(r)$, nos quedaría de la siguiente forma:



Cada curva de indiferencia estaría definida por un conjunto de combinaciones de $E(r)$ y $\sigma^2(r)$ produciendo el mismo nivel de utilidad esperada.

Las curvas de indiferencia presentan pendientes positivas, debido a que la utilidad esperada es función creciente del rendimiento esperado de la cartera de acciones, y decreciente de la varianza del mismo, es decir, la utilidad esperada de la curva V_1 se conserva a un mismo nivel a todo lo largo de ella, sólo compensando un riesgo mayor hacia la derecha, pero con un rendimiento esperado todavía más grande, el cual es denotado por la convexidad de las curvas. Todo ésto es debido a que los rendimientos de las acciones se distribuyen normalmente y el inversionista sólo admite que el riesgo aumente si el rendimiento esperado se incrementa cada vez más que el riesgo. En la gráfica, el sentido de la flecha indica cómo asciende el nivel de utilidad esperada a medida que las curvas de indiferencia se desplazan hacia arriba y a la izquierda, o sea, a medida que el rendimiento esperado aumenta y el riesgo disminuye.

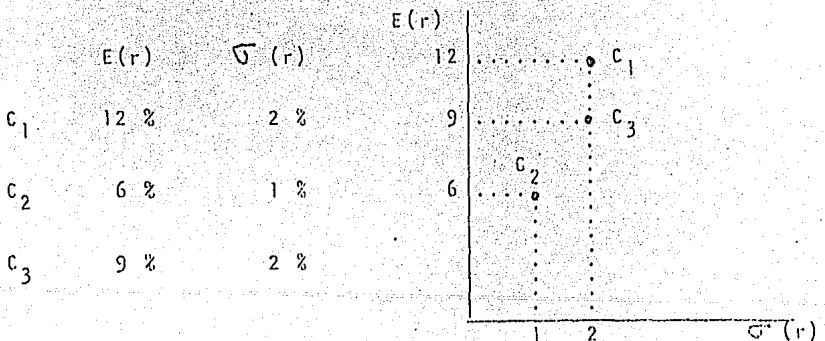
La cartera óptima de acciones tendrá que localizarse en un sitio tal que permita al inversionista la más alta curva de indiferencia posible.

3.10 CONJUNTO DE OPORTUNIDADES DE INVERSIÓN

Las recomendaciones prácticas sobre una cartera de acciones sugeridas comúnmente por un analista del mercado bursátil, se fincan en agrupaciones convencionales que él conforma con base en su experiencia y en reglas prácticas que le evitan la compleja tarea de estudiar todas las posibles carteras que pueden formarse, sopesando las ventajas y desventajas relativas a cada una. En tal caso, difícilmente podría asegurarse que la cartera así seleccionada se aproxima a la óptima, ya que pueden dejarse fuera del análisis carteras con rendimientos esperados mucho mayores o con un riesgo mínimo.

La Teoría de la cartera suministra las bases para reducir enormemente las carteras a examinar y así integrar una que sea óptima.

Dados los rendimientos y las varianzas para cada una de las acciones, y conocidas también las covarianzas entre cada par de acciones, se calcula el rendimiento esperado y el riesgo de cada cartera. Después, con base en los supuestos de la aversión al riesgo y de los rendimientos normalmente distribuidos de las acciones, se puede representar y comparar cada cartera en términos de su rendimiento y de su desviación estándar. Si tenemos, por ejemplo, tres carteras: C_1 , C_2 y C_3 , las podemos representar gráficamente por un punto en un plano: $(E(r) \text{ y } \sigma(r))$.

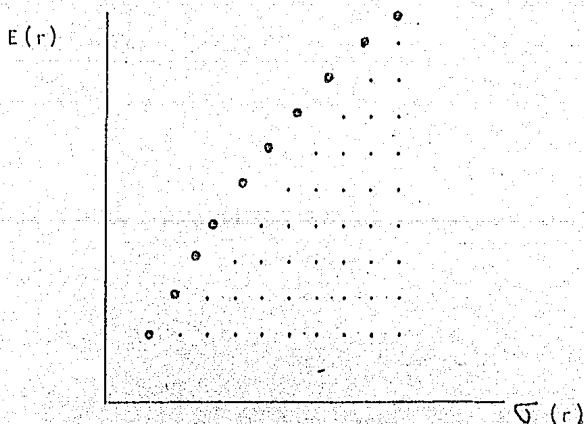


Se observa que C_3 tiene un rendimiento esperado y una varianza mayores que los de C_2 , ésta podría ser una cartera atractiva para un inversionista conservador que tenga aversión al riesgo. En cambio C_3 sería para uno que estuviese dispuesto a correr un mayor riesgo con tal de conseguir un rendimiento esperado más alto.

Entre C_1 y C_3 , se preferiría C_1 ya que produce un rendimiento esperado más alto y tiene el mismo riesgo que C_3 .

Se dice, por lo tanto, que C_3 constituye una cartera ineficiente ya que existe otra con un mayor rendimiento esperado.

Es posible representar entonces cada cartera por un punto en el plano de coordenadas como se muestra en la siguiente figura, en la cual los puntos localizados en la frontera superior izquierda integran el conjunto de carteras eficientes.

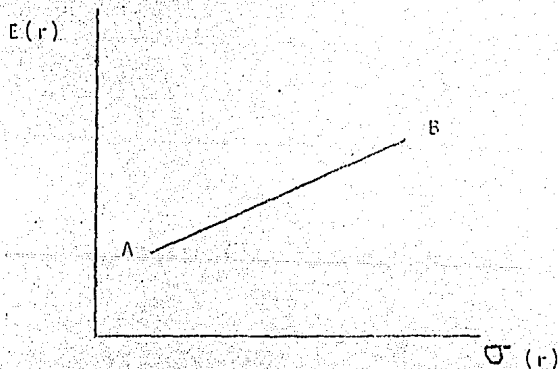


Es conveniente examinar lo que acontece al conjunto de oportunidades de inversión, cuando los rendimientos de las carteras están correlacionados.

Si se toma el caso extremo, por ejemplo, de una correlación perfecta y positiva entre los rendimientos de dos carteras, implicaría que éstos se mueven en la misma dirección y que la relación entre ellos es lineal, o sea, que se puede representar por medio de una ecuación lineal.

Si representamos gráficamente este conjunto de oportunidades de inversión de estas dos carteras A y B por medio de una línea recta, los puntos extremos de la misma indican que la inversión se realiza totalmente en uno de ellos, ya sea el A o el B. En la gráfica, la cartera A muestra el menor rendimiento de todo el conjunto de oportunidades, pero también la menor varianza, en cambio, el punto B, el cual indica que la inversión se lleva a cabo totalmente en la cartera B, ofrece el rendimiento esperado más alto y también la mayor varianza.

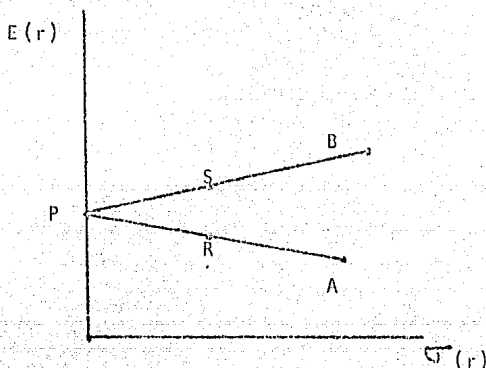
Los puntos intermedios representan combinaciones de ambas carteras.



Lo más importante de esto, es que ninguna de las combinaciones que se formen con ambas carteras reduce el riesgo de la inversión, ya que el menor riesgo está dado por la cartera A y ninguna combinación se localiza a la izquierda de ella. Esto es debido a que cuando los rendimientos esperados de ambas carteras están positiva y perfectamente correlacionados, ninguna puede contribuir a que dismi-

nuya el riesgo de la otra, ya que si baja el rendimiento de una también bajará el de la otra en la proporción dada por la relación lineal que guardan.

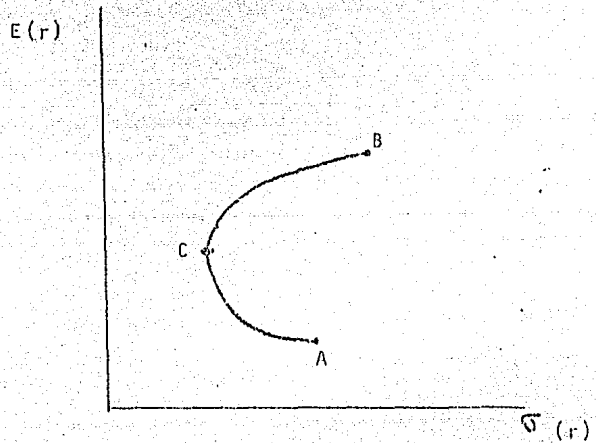
En el caso de una correlación perfecta, pero negativa, de los rendimientos de las dos carteras A y B, la representación gráfica es la siguiente:



El conjunto de oportunidades de inversión en acciones está formado, en este caso, por dos segmentos lineales PA y PB. Aquí, la combinación de las dos carteras favorece la reducción de la varianza de una tercera cartera, en tal forma que el riesgo puede llegar a nulificarse como en el punto P de la gráfica. Si nos desplazamos de A hacia P, las combinaciones resultantes incrementan progresivamente los rendimientos esperados, disminuyendo en forma continua el riesgo. Sin embargo, todos los puntos de este segmento PA constituyen carteras ineficientes en comparación con las representadas por los puntos del segmento PB. El punto S, por ejemplo, corresponde a una cartera la cual es producto de la combinación de A y B y produce un mayor rendimiento esperado que el ofrecido por el punto R y con el mismo riesgo.

Los dos casos ilustran el grado en que la correlación entre los rendimientos de las acciones repercuten en el riesgo de la cartera. Sin embargo, en el mundo real difícilmente se dan dos carteras cuyos rendimientos muestren una correlación perfecta.

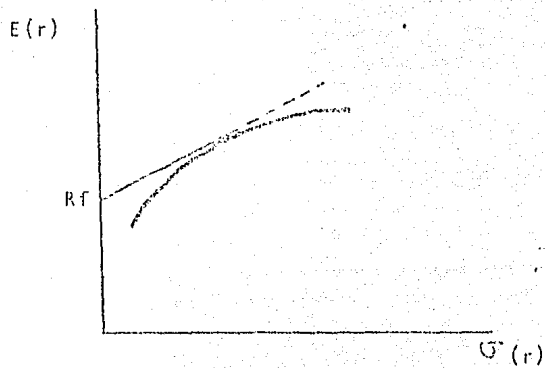
La representación gráfica de la combinación de dos carteras con rendimientos imperfectamente correlacionados, se hace a través de una hipérbola, aquí, el eje vertical no es interceptado por la curva, lo cual significa que no existe una combinación de las dos carteras que elimine el riesgo.



Las combinaciones entre más de dos carteras con rendimientos imperfectamente correlacionados, ya no se podría representar mediante una curva, sino que sería a través de un área "envolvente", pero el conjunto eficiente de oportunidades de inversión continuaría siendo la frontera superior izquierda.

La curva que representa combinaciones entre dos carteras cuyos rendimientos no tienen una correlación perfecta, podría intersectar el eje vertical en algún punto debido a

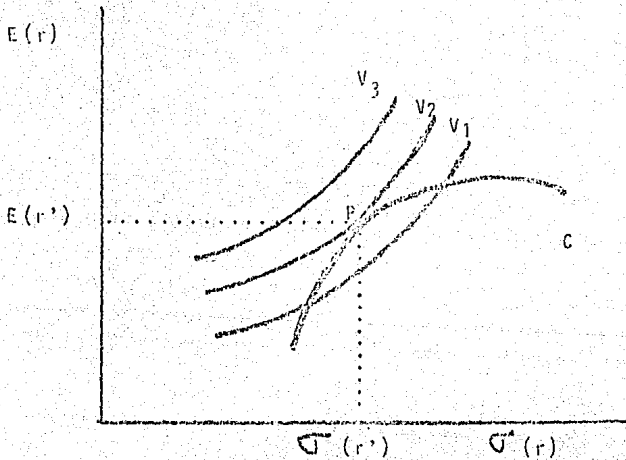
la inclusión en el modelo de un título que no tuviese riesgo, como es el caso de los valores de renta fija en México. Si en el análisis se introducen valores que no impliquen riesgo, el conjunto de oportunidades de inversión mostraría un tramo recto que cortarían el eje vertical a la altura del rendimiento ofrecido por el valor sin riesgo (r_f), y se uniría tangencialmente al conjunto de oportunidades de inversión como se muestra en la gráfica, en donde R_f representa el rendimiento dado por este valor.



Las carteras integradas por combinaciones de dos valores, de los cuales uno tiene una varianza de rendimiento mayor que cero y el otro nula, se grafican en forma de líneas rectas.

El conjunto eficiente debe tener pendiente positiva, porque a medida que se recorre hacia la derecha en el plano (E_r, σ_r) el riesgo va en aumento; este incremento, en el caso de un inversionista con aversión a él, debe compensarse con un aumento en el rendimiento esperado; el segmento de la curva que forma el conjunto eficiente debe ser estrictamente cóncavo en relación al eje horizontal, es decir, cualquier recta trazada entre dos puntos cualesquiera de la curva debe quedar en ella o por debajo de la misma.

Si reunimos en el mismo plano de $(E(r), \sigma(r))$ las curvas de indiferencia del inversionista, las cuales se caracterizan también por tener pendiente positiva y ser convexas con relación a $\sigma(r)$ en todas sus partes, además de aumentar el nivel de utilidad conforme se desplazan hacia arriba y a la izquierda, si lo graficamos nos quedaría lo siguiente:



Esto nos muestra como el inversionista obtiene el más alto nivel de utilidad esperada, dado el conjunto eficiente de oportunidades de inversión, en el punto P en el que son tangentes la curva de posibles inversiones (C) y la curva de indiferencia del inversionista (V_2).

La curva de oportunidades de inversión toca tangencialmente a una curva de indiferencia. El punto de tangencia entre las dos curvas indicará en donde se obtiene la máxima utilidad esperada al invertir en una cartera óptima de acciones.

La cartera óptima le indicará al inversionista las proporciones que debe de invertir en cada una de las acciones,

de esta forma elevará al máximo el rendimiento esperado de su inversión.

CAPITULO IV

MODELO DE SHARPE

MODELO DE SHARPE

El modelo de Sharpe se basa en la teoría de la cartera y además desarrolla el modelo del mercado de capitales, el cual se fundamenta en postulados que dicen que los inversionistas actúan en concordancia con los principios descritos en esa teoría.

4.1 TEORIA DEL MERCADO DE CAPITALES

Los postulados básicos de esta teoría dicen lo siguiente:

- a) Se supone que cada inversionista actúa basándose en estimaciones sobre el futuro desempeño de las acciones - en el mercado (estas estimaciones son establecidas en términos de rendimientos esperados, desviaciones estándar y coeficientes de correlación entre los rendimientos).
- b) Cada inversionista selecciona una cartera de acuerdo - con lo explicado en la teoría de la cartera.

La teoría del mercado de capitales es concebida en condiciones de equilibrio. Una situación de equilibrio, una vez que es obtenida, puede ser mantenida; en cambio, en el desequilibrio hay constantes presiones al cambio. Los cambios que ocurren en el mercado de capitales toman la forma de alteraciones en las cotizaciones de las acciones y en sus precios. En una situación de equilibrio no existen presiones que produzcan tales cambios, ya que los precios son consistentes con los bienes, preferencias y estimaciones de los inversionistas.

La teoría del mercado de capitales pretende estimar las relaciones existentes entre varias variables en equilibrio; y las preguntas que surgen y que son de especial interés son las siguientes:

¿Cuál será la relación entre el rendimiento esperado y el riesgo para las carteras?

¿Cuál será la relación entre el rendimiento esperado y el riesgo para las acciones?

¿Cuál es la medida apropiada del riesgo para una carta y cuál para una acción?

En el equilibrio, la combinación óptima de las acciones que tienen riesgo deben ser incluidas, y por otra parte la proporción de cada acción debe ser igual a su valor-proporcional en el mercado.

4.2 RELACIONES ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS ACCIONES Y LAS DE LA CARTERA

Los rendimientos de las acciones y los de las carteras se les considera variables aleatorias; o sea, que los valores observados en un determinado período de tiempo de los rendimientos se pueden considerar como extracciones de distribuciones de probabilidad. Como el rendimiento de cualquier cartera es la suma ponderada de los rendimientos de las acciones incluidas en ella, estadísticamente hablando, la determinación de la relación existente entre la distribución de los rendimientos de las acciones y los de las carteras, implicaría determinar la manera como se relaciona la distribución de una suma de variables y la distribución de los sumandos individuales.

Todo se facilita con la afirmación de que la distribución del rendimiento de la cartera, así como las distribuciones de los rendimientos de las acciones se aproximan a la normal.

Las distribuciones normales pueden ser caracterizadas completamente si se conoce su media y su desviación estándar; por lo tanto, el problema se reduce a determinar el comportamiento de las medias y desviaciones estándar (varianzas) de los rendimientos de las carteras, y la relación de éstos con los parámetros de las distribuciones de los rendimientos de las acciones.

Los modelos de carteras de inversión, los cuales están basados en distribuciones normales de rendimiento, suponen que el riesgo de la cartera está medido por la varianza de su rendimiento, y suponen que los inversionistas sienten aversión por ella.

Por otro lado, los inversionistas valoran cada acción en términos de su efecto en la distribución del rendimiento de la cartera, o sea, únicamente en términos de su contribución a la media y varianza de la distribución del rendimiento.

La media o valor esperado del rendimiento de una cartera es el promedio ponderado de los rendimientos esperados de las acciones que la componen. La contribución de la acción i y el rendimiento esperado es: $X_i E(R_i)$, lo cual representa al rendimiento esperado de la acción i por la proporción ponderada de los fondos invertidos en ella.

De la siguiente ecuación de la varianza del rendimiento de una cartera, se puede observar que cuando el número de acciones contenidas en ella es muy grande, las varianzas de los rendimientos de las acciones son numéricamente menores que las covarianzas.

$$\sigma^2 (R_p) = \sum_{i=1}^n X_i^2 \sigma^2 (R_i) + 2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n X_i X_j \sigma_{ij}$$

En la expresión $\sigma^2 (R_p)$ existen n varianzas y $n(n-1)$ covarianzas. Si el número de covarianzas es mucho mayor que el de las varianzas, entonces $\sigma^2 (R_p)$ estará principalmente caracterizada por las covarianzas. Además, esto supone que las carteras de inversión están diversificadas en el sentido de que los fondos están distribuidos equitativamente a través de todas las acciones que forman la cartera, o al menos los fondos no están concentrados en unas pocas acciones. Por ejemplo, si la mayoría de los recursos se encuentran en una sola acción, la varianza de ella juega un papel preponderante en la determinación de la varianza del rendimiento de la cartera, careciendo de importancia el número de acciones incluidas en ella.

Para poder determinar la contribución de cada acción a la varianza del rendimiento de la cartera se utiliza la siguiente fórmula:

$$\sigma^2 (R_p) = \sum_{i=1}^n X_i^2 \left(\sum_{j=1}^n X_j \sigma_{ij} \right)$$

Se interpretaría $\sigma^2 (R_p)$, como la suma de n términos, uno por cada acción en la cartera.

$X_i \left(\sum_{j=1}^n X_j \sigma_{ij} \right)$ es la contribución de la acción i a la varianza del rendimiento de la cartera, la cual está compuesta de dos partes:

X_i que es la proporción de los fondos invertidos en la cartera a través de la acción i . Y lo demás es el promedio ponderado de las covarianzas entre el rendimiento de la acción i y los rendimientos de cada una de las n acciones de la cartera.

La covarianza entre el rendimiento de la acción i y el rendimiento total de la cartera P es igual a la suma ponderada de la covarianza de la acción i con cada una de las acciones incluidas en la cartera:

$$\sum_{j=1}^n X_j \sigma_{ij} = \text{Cov} (R_i, R_p)$$

Las covarianzas representan la contribución al riesgo total de la cartera, de cada una de las acciones que la componen.

La varianza del rendimiento de la cartera está definida como la suma ponderada de las varianzas de las acciones:

$$\sigma^2 (R_p) = \sum_{i=1}^n X_i^2 \text{Cov} (R_i, R_p)$$

La relación que guarda la covarianza del rendimiento de la acción i y el de la cartera, con respecto a la varianza total del rendimiento de ella es:

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_p)}{\sigma^2(R_p)}$$

Si el valor resultante de β_i es mayor que uno, entonces el riesgo de la acción i es mayor que el riesgo - promedio de todas las acciones que constituyen la cartera; pero si β_i es menor que uno, entonces la acción i tiene un menor riesgo que el promedio de los riesgos de todas las acciones. Si $\beta_i = 1$, la acción i tiene el mismo riesgo que el promedio.

El riesgo de la acción i varía de una cartera a otra dependiendo de la proporción de fondos que se invierta en ella.

4.3 RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO DE LAS ACCIONES Y EL DEL MERCADO

Es necesario encontrar la relación que existe entre el rendimiento de una acción con el del mercado.

El actual rendimiento de una cartera del mercado es el promedio ponderado de los actuales rendimientos de las acciones que la componen, tomando la ponderación de cada rendimiento como la proporción de fondos invertidos en cada una de las acciones, lo cual es representado por:

$$R_m = \sum_{i=1}^n X_i R_i$$

donde: X_i representa la porción invertida en la acción i . La restricción que existe es que $\sum X_i = 1$

La medida apropiada del riesgo para una cartera es la desviación estándar del rendimiento.

La desviación estándar del rendimiento estará relacionado con las características de las acciones que componen la cartera y con las proporciones invertidas en cada una de ellas. Esto se representa por medio de la siguiente fórmula:

$$\sigma_m^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i^m X_j^m \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

El rendimiento esperado de una cartera del mercado será el promedio ponderado de los rendimientos esperados de las acciones que la componen, y es representado de la siguiente forma:

$$E_m = \sum_{i=1}^n X_i^m E_i$$

Por lo tanto, la relación que existe entre el rendimiento esperado de una acción y el rendimiento esperado del mercado sería la siguiente:

$$E_z = X_i E_i + X_m E_m$$

cuya restricción sería: $X_i + X_m = 1$

donde:

X_i es la proporción invertida en la acción i

X_m es la proporción invertida en la cartera del mercado

E_i es el rendimiento esperado de la acción i

E_m es el rendimiento esperado de la cartera del mercado

La desviación estándar o varianza sería entonces:

$$\sigma_z^2 = X_i^2 \sigma_i^2 + X_m^2 \sigma_m^2 + 2X_i X_m \rho_{im} \sigma_i \sigma_m$$

donde:

σ_i es la desviación estándar del rendimiento de la acción i

σ_m es la desviación estándar del rendimiento del mercado

ρ_{im} es el coeficiente de correlación entre el rendimiento de la acción i y el rendimiento del mercado

Un caso particular del rendimiento de una cartera con ponderaciones iguales, es el índice aritmético del mercado - el cual es definido como la media o el promedio aritmético de los rendimientos de todas las acciones que se cotizan conjuntamente en el mercado. Esto da como resultado un índice R_n el cual se emplea para evaluar el comportamiento de las acciones en un determinado período.

$$R_m = \sum_{i=1}^n X_i R_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i ; \quad X_i = \frac{1}{n}$$

n = número total de acciones

Otro índice que se emplea para analizar el comportamiento de los rendimientos de las acciones en el mercado, es el "índice ponderado", que como su nombre lo indica, es un promedio ponderado de los rendimientos de las acciones; el peso implícito en la ponderación de cada acción es el resultado de dividir el valor total del mercado de la empresa entre el valor total de todas las acciones cotizadas en el mercado; o sea, que los pesos de ponderación se calculan multiplicando el número de acciones en circulación de una cierta empresa por el precio de ellas en el mercado, (este resultado se conoce como el valor total del mercado de esta empresa) y a la vez se divide entre la sumatoria de las acciones de todas las empresas del mercado:

$$X_i^m = \frac{P_i Q_i}{\sum_i^n P_i Q_i} \quad \text{donde: } i = 2, 3, \dots, N$$

P_i es el precio por acción.

Q_i es el número de acciones.

4.4 EL PRECIO DEL RIESGO

En el equilibrio el mercado de capitales puede ser representado por medio de una recta que muestre la relación entre el rendimiento esperado y el riesgo para carteras eficientes; utilizando la desviación estándar del rendimiento para medir el riesgo.

Las características de esta recta proporcionan una completa descripción del mercado:

- a) la intersección vertical representa la tasa de interés pura (o sea, el precio del inmediato consumo). La tasa de interés pura es frecuentemente definida como el precio del tiempo.
- b) La inclinación de la recta que es la que indica la relación entre el rendimiento esperado y el riesgo (incertidumbre).

Si se incrementa el rendimiento esperado entonces se debe asumir un mayor riesgo; por lo que la inclinación indicará el rendimiento esperado que puede ser obtenido si se acepta el riesgo adicional que lleva implícito. Alternativamente, nos indica el rendimiento esperado que debe ser sacrificado para poder reducir el riesgo; ésto es frecuentemente llamado "el precio del riesgo".

La ecuación de la recta del mercado de capitales sería:

$$E_p = p + r_c \sigma_p$$

Donde: p es la tasa de interés pura;

r_c es el precio de la reducción del riesgo para carteras eficientes.

Si despejamos r_c nos quedaría:

$$r_c = \frac{E_p - p}{\sigma_p}$$

El numerador indica la recompensa excedente del rendimiento esperado (ya sea que queda por arriba o por abajo de la tasa de interés pura) en relación al riesgo. El denominador indica el riesgo.

El riesgo es medido por la covarianza que hay entre el rendimiento de la acción y el del mercado.

No hay razón para esperar que la recta del mercado necesariamente permanezca fija sobre el tiempo, ya que ésta indica la relación entre dos variables para un determinado período de tiempo. El precio del inmediato consumo y el precio de la reducción del riesgo estarán determinados por las fuerzas de la oferta y la demanda; si estas condiciones cambian en el tiempo, entonces los precios serán también susceptibles al cambio.

Una medida relevante del riesgo de una acción es "la volatilidad". La volatilidad de una cartera es el promedio ponderado de los valores de sus componentes, utilizando las proporciones invertidas como sus pesos:

$$b_p = \sum_{i=1}^n x_i b_i$$

b_i indica la inclinación de la recta de la acción i , y, además, mide la volatilidad del rendimiento de la acción relativa a cambios en el rendimiento del mercado.

La ecuación de la recta de la acción i es:

$$R_i = a_i + b_i R_m$$

La ecuación del mercado de capitales en términos de volatilidad sería:

$$E_i - P + (E_m - P) b_i \quad \delta \quad E_i - P = (E_m - P) b_i$$

la cual nos muestra que el premio por el riesgo asumido al querer incrementar el rendimiento esperado ($E_i - P$), será proporcional al mismo, el cual es medido por su volatilidad.

En este caso, la recta del mercado de capitales indica la relación entre el rendimiento esperado y la volatilidad - (el riesgo), si ésta es grande, lo será también el rendimiento.

4.5 RIESGO SISTEMÁTICO Y NO-SISTEMÁTICO

El modelo supone que las distribuciones de probabilidad de los rendimientos de todas las carteras presentan una distribución normal. La justificación del argumento se basa en que el rendimiento de cualquier cartera es una combinación lineal de los rendimientos de las n acciones que la componen (suma ponderada).

La distribución normal puede ser caracterizada conociendo los n rendimientos esperados de las acciones, las n varianzas de esos rendimientos y las covarianzas entre los n rendimientos. Si los rendimientos son independientes el uno del otro, entonces la covarianza entre ellos es igual a cero.

Como la distribución conjunta de (R_i, R_m) es normal, entonces será una función lineal representada en la siguiente forma:

$$E(R_i, R_m) = \alpha_i + \beta_i R_m$$

donde: la intersección α_i y la pendiente β_i son:

$$\alpha_i = E(R_i) - \beta_i E(R_m)$$

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\sigma^2(R_m)}$$

La varianza sería:

$$\sigma^2(R_i, R_m) = \sigma^2(R_i) (1 - \rho_{im}^2)$$

Donde:

$$\rho_{im} = \frac{\text{Cov}(R_i, R_m)}{\sigma(R_i) \sigma(R_m)}$$

La media o valor esperado de la función (R_i, R_m) varía conforme cambia R_m .

Dentro del campo de las finanzas existe una ecuación, la cual es conocida como el "modelo del mercado". Esta ecuación presenta una relación lineal entre las variables, la cual está sujeta a una "perturbación", misma que tiene una distribución normal con media y varianza. Dicha perturbación es independiente del rendimiento de la cartera del mercado (R_m).

La ecuación es la siguiente:

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_m + \epsilon_i$$

ϵ_i representa la perturbación.

Como se sabe que el riesgo de cualquier cartera (medido por la varianza de su rendimiento) es el promedio ponderado de las covarianzas, si lo aplicamos a la cartera del mercado, la cual incluye todas las acciones, nos daría lo siguiente:

$$\sigma^2 (R_m) = \sum_{i=1}^n X_{im} \text{Cov} (R_i, R_m)$$

donde: $X_{im} = \frac{1}{n}$

La $\text{Cov} (R_i, R_m)$ es interpretada como el riesgo de la acción i en la cartera del mercado m .

Dentro de la ecuación del modelo del mercado, el coeficiente β_i representa el riesgo de la acción i medido en términos relativos al riesgo promedio de todas las acciones en el mercado. Un valor de β_i mayor que uno indica que la acción tiene más riesgo que el promedio del mercado. Si tiene un valor menor que uno significa que la acción es menos riesgosa que el promedio del mercado.

Se supone que el rendimiento de la cartera del mercado (R_m) capta los efectos de las variables que afectan los rendi-

mientos de todas las acciones, mientras que la perturbación ϵ_i se debe a los efectos de las otras variables que afectan en forma individual a cada acción.

Parte del rendimiento de la acción i se ve afectado por variables que al mismo tiempo también afectan a todas las demás acciones, o sea, que son variables que influyen en el comportamiento de todo el mercado.

El coeficiente de correlación β_{im}^2 , mide la proporción de la varianza del rendimiento de la acción i , el cual es explicado por factores que afectan a todo el mercado en su conjunto.

Existen dos fuentes de incertidumbre sobre el rendimiento de una acción: el riesgo sistemático y el no-sistemático.

Como la varianza del rendimiento de la acción i estaría representada por la siguiente ecuación:

$$\sigma^2(R_i) = \beta_i^2 \sigma^2(R_m) + \sigma^2(\epsilon_i)$$

entonces se podría decir que el término $\beta_i^2 \sigma^2(R_m)$ representa el componente de la varianza total de la acción i que se debe a variables que afectan al mercado en su conjunto. Esta parte de la varianza del rendimiento se conoce como riesgo sistemático de la acción i . La empresa por sí misma es ajena a esta parte del riesgo en el sentido de que éste se debe a variables macroeconómicas, que afectan a todas las acciones por igual (este efecto lo capta R_m y posteriormente la acción i a través de $\beta_i R_m$).

El riesgo sistemático es la única fuente de incertidumbre del rendimiento de una cartera eficiente, ya que ésta no presenta el riesgo no-sistemático.

El término $\sigma^2(\epsilon_i)$ se conoce como riesgo no-sistemático de la acción i . Este se debe a variables que afectan solamente al rendimiento de esa acción en forma individual, como son: proyectos de expansión, políticas de ventas, planes administrativos, etc. Por lo que no influyen en el comportamiento del resto de las acciones.

El coeficiente β_i se debe de interpretar en este caso como la sensibilidad del rendimiento de la acción i a cambios en el comportamiento del mercado en su conjunto.

CAPITULO V

IMPLEMENTACION DEL SISTEMA

5.1 RENDIMIENTO DE LAS EMPRESAS

Los factores que deben de tomarse en cuenta al sacar los rendimientos de las acciones son:

Las fluctuaciones en los precios de las mismas.

Los dividendos pagados por las empresas (cualquier diferencia entre dividendos debido a privilegios de ciertos títulos, como es el caso, por ejemplo, de las acciones preferentes, afecta el rendimiento)

Cambios ocurridos en la unidad contable en la que se cotizan las acciones: por algunas razones, las empresas llegan a declarar separamientos en su acervo de acciones conocidas con el nombre de "splits" y aunque esto no afecta el valor de mercado de las firmas, sí requiere que se hagan ciertos ajustes que incorporen los cambios sufridos en el precio y en los dividendos de los títulos particulares.

Supongamos, por ejemplo, que tenemos los siguientes datos sobre las acciones de una empresa:

	Período de tiempo				
	1	2	3	4	5
Valor normal nominal	100	100	50	25	25
Ganancia x acción	10	10	5	2.5	2.5
Dividendos x acción	5	5	2.5	1.25	1.25
Ajuste multiplicador	1	1	2	4	4
Rendimiento		5 %	5 %	5 %	5 %

Durante el período 3 la empresa efectuó un "split" de 2x1 en sus

acciones, repitiendo lo mismo en el período 4, lo cual se puede apreciar al haber cambiado el valor nominal de las acciones en el período 3 de 100 a 50 y en el período 4 de 50 a 25; ésto aparentemente afectaría el rendimiento de los títulos, ya que el precio se redujo para ambos períodos, cuando en realidad lo único que varió fué la unidad contable, ya que cada inversionista en el período 3 en lugar de poseer una acción con valor de \$ 100, posee dos acciones con un valor de \$ 50 cada una; debido a ésto, cada vez que se realice un split de $m \times 1$, es necesario ajustar el valor nominal, la ganancia y el dividendo.

La tasa de rendimiento de una acción la definiremos de la siguiente forma:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Ganancias de capital} + \text{Dividendos}}{\text{Precio inicial}}$$

Esta expresión toma en consideración las fluctuaciones en los precios de las acciones y los dividendos pagados por las empresas.

Si un inversionista paga un precio (P_0) al principio de un período (que en este caso es de un año) y recibe dividendos (D) más un precio (P_1) al final de dicho período, entonces la tasa de rendimiento (R) es la tasa de descuento que iguala los beneficios de la inversión (medidos a través de D y P_1), con los costos de la misma, dados por (P_0), o sea:

$$P_0 = \frac{P_1 + D}{1 + R}$$

Si despejamos R nos quedaría:

$$R = \frac{(P_1 - P_0) + D}{P_0}$$

Donde:

$(P_1 - P_0)$ es la ganancia de capital

P_1 es el precio final de la acción

P_0 es el precio inicial de la acción

D son los dividendos

R es el rendimiento de la acción

Con el objeto de aplicar el modelo desarrollado en la presente tesis al mercado mexicano de valores bursátiles, se obtuvieron los rendimientos accionarios anuales de 50 empresas durante un período que abarca de 1974 a 1978.

Las empresas que se escogieron son las más representativas en el comportamiento de las acciones que se cotizan en la Bolsa de Valores de México.

En el apéndice I se muestran los rendimientos anuales de las 50 empresas, en el cual se puede observar que éstos oscilan de una manera muy significativa, ya sea positiva o negativamente, y se puede argumentar que estas fluctuaciones son aleatorias. Estos rendimientos se utilizaron para la estimación del modelo del mercado. En dicho apéndice también aparecen los rendimientos promedio de cada una de las empresas y el rendimiento del mercado en conjunto.

5.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS ESTADÍSTICOS UTILIZADOS EN EL SISTEMA

El objetivo de un análisis de carteras requiere de la solución de un problema de optimización, el cual incluye: una o más variables de decisión, una o varias restricciones y un objetivo que sea maximizado o minimizado.

Las variables de decisión son las proporciones invertidas en las distintas acciones (si tenemos N acciones, tendremos N diferentes variables de decisión); o sea, que un valor debe ser asignado a X_1 , otro a X_2 y así sucesivamente.

Las restricciones dependen de la asignación de valores a las X_s , por ejemplo: que las cantidades asignadas a las X_s deben de sumar siempre 1.

El objetivo para cualquier inversionista es el de seleccionar la mejor cartera.

Para encontrar carteras con una mínima varianza para varios niveles de rendimientos esperados, se debe de considerar primeramente en el análisis los rendimientos esperados para cada una de las acciones en forma individual, las varianzas de los rendimientos y las covarianzas de los rendimientos entre cada par de acciones.

El problema consiste en encontrar la cartera con mínima varianza sujeta a dos restricciones:

- a) Se debe de satisfacer un rendimiento deseado (ER) el cual es fijado arbitrariamente.
- b) La suma de las ponderaciones de los rendimientos debe ser igual a uno.

Definiremos el actual rendimiento de una cartera como el

promedio ponderado de los rendimientos de las acciones que la componen, utilizando las proporciones invertidas como sus pesos.

$$R_p = \sum_{i=1}^n X_i R_i$$

Donde:

n = número de acciones incluidas en la cartera

X_i = representa la fracción de la cartera invertida en la acción i .

R_i = es el rendimiento de la acción i

R_p = es el rendimiento de la cartera

Las restricciones son:

todas las X_i deben ser mayor o igual a cero y $\sum_{i=1}^n X_i = 1$

Al describir el conjunto de carteras entre las cuales el inversionista puede escoger, y sabiendo que N es el número total de acciones que pueden ser incluidas en la cartera y dados los rendimientos de estas N acciones, entonces la única razón para que carteras diferentes no tengan los mismos rendimientos es que las ponderaciones o proporciones de los fondos invertidos en acciones varían de una cartera a otra.

Las ponderaciones o proporciones invertidas en las X_i son las que definen o caracterizan a las diferentes carteras. Algunas de las X_i pueden valer cero, lo cual significa que algunas acciones no fueron incluidas en la cartera.

Se dice que el rendimiento esperado de una cartera es el promedio moderado de los rendimientos esperados de sus

acciones. Las ponderaciones son las cantidades invertidas en cada acción.

$$E(R_p) = E\left(\sum_{i=1}^n X_i R_i\right) = \sum_{i=1}^n X_i E(R_i)$$

Donde:

$E(R_p)$ representa el rendimiento esperado de la cartera (estimado)

R_i es el rendimiento esperado de la acción i

X_i son los pesos para la ponderación

Por lo que es necesario estimar los rendimientos de cada una de las acciones para poder estimar el rendimiento de la cartera.

También el valor esperado del rendimiento de una cartera puede ser expresado de la siguiente forma:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n P_i R_i$$

en donde P_i es la probabilidad de que ocurra R_i y la suma $\sum_{i=1}^n P_i$ debe ser igual a uno.

$$\sum_{i=1}^n P_i$$

En este caso, $P_i = \frac{1}{n}$, siendo n el número de acciones en la cartera.

Como cada R_i tiene la misma probabilidad de ocurrir, entonces $E(R_p)$ se convierte en:

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{n}\right) R_i, \text{ lo cual representa la media aritmética de los rendimientos.}$$

representa la media aritmética de los rendimientos.

El riesgo del rendimiento de las acciones y el de la cartera se encuentra medido a través de la dispersión de los resultados alrededor del valor esperado de los mismos. La medida del riesgo en este caso será la varianza y se representa de la siguiente forma:

$$\sigma^2 (R_p) = E \left[(R_p) - E (R_p) \right]^2$$

(Varianza del rendimiento de una cartera)

Lo anterior puede ser escrito para los rendimientos de las acciones individuales:

$$\sigma^2 (R_p) = \sigma^2 \left(\sum_{i=1}^n X_i R_i \right)$$

$$\sigma^2 (R_p) = E \left[\sum_{i=1}^n X_i R_i - E \left(\sum_{i=1}^n X_i R_i \right) \right]^2$$

$$\sigma^2 (R_p) = E \left[\sum_{i=1}^n X_i R_i - E (R_i) \right]^2$$

Por lo que la varianza es la suma de los productos de las desviaciones al cuadrado de sus probabilidades de ocurrir.

La varianza del rendimiento de una acción también puede ser representada de la siguiente forma:

$$\sigma_i^2 = \sum_{i=1}^n P_i (R_i - E(R))^2$$

$$= E (R_i - E(R))^2$$

$$= \frac{1}{N} (R_i - E(R))^2$$

Cuando n (número de acciones incluidas en la cartera) es igual a dos, la varianza del rendimiento de la cartera es igual a la suma de las varianzas de cada una de las acciones, con sus ponderaciones respectivas al cuadrado, más la covarianza de las acciones, multiplicada ésta por el doble producto de los pesos usados para la ponderación:

$$\sigma_p^2 = X_1^2 \sigma_1^2 + X_2^2 \sigma_2^2 + 2X_1 X_2 \rho_{12} \sigma_1 \sigma_2$$

La varianza de los rendimientos de una cartera con " n " acciones se expresa de la siguiente forma:

$$\sigma^2 (R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

donde: $\sigma_i \sigma_j$ = desviaciones estándar de los rendimientos de las acciones

ρ_{ij} = coeficiente de correlación entre las acciones i y j

$X_i X_j$ = proporciones invertidas en las acciones

La desviación estándar del rendimiento de la cartera es la raíz cuadrada de su varianza.

La desviación estándar del rendimiento de una cartera depende de las desviaciones estándar de los rendimientos de sus acciones, de sus coeficientes de correlación y de las proporciones invertidas en las acciones.

La covarianza es una medida del grado de asociación entre los rendimientos de dos acciones. Si la covarianza es positiva significa que los rendimientos de las acciones tienen

den a moverse en la misma dirección; si es negativa, se mueven en dirección contraria y si es igual a cero es porque no hay correlación entre ellos.

La covarianza de los rendimientos entre las acciones i y j se denota por:

$$\sigma_{ij} = E \left[(R_i - E(R_i)) \right] \left[(R_j - E(R_j)) \right]$$

Otro parámetro estadístico que nos mide la relación que existe entre dos rendimientos de acciones es el coeficiente de correlación.

El coeficiente de correlación es el promedio ponderado de los productos de las desviaciones por su probabilidad, utilizada ésta para cada uno como su peso:

$$\rho_{jk} = \sum \text{Pr}(d_j, d_k) \cdot (d_j \cdot d_k)$$

$$\rho_{jk} = \sum \text{Pr}(R_j, R_k) \cdot \left(\frac{R_j - E(R_j)}{\sigma_j} \right) \cdot \left(\frac{R_k - E(R_k)}{\sigma_k} \right)$$

donde: ρ_{jk} es el coeficiente de correlación entre R_j y R_k , que son los rendimientos de las acciones j y k .

$\text{Pr}(d_j d_k)$ representa la probabilidad del par jk .

5.3 DESCRIPCIÓN DE LOS ESTIMADORES DEL MERCADO

Las estimaciones de los parámetros de la media, varianza y covarianza de los rendimientos de las acciones y del mercado se calcularán por medio de las siguientes fórmulas:

$$E(R_i) = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

$$E(R_m) = \frac{\sum_{i=1}^N R_{mi}}{N} = \sum_{i=1}^N X_{im} R_i$$

Donde:

R_m es el rendimiento del mercado (estimado)

$E(R_i)$ es el rendimiento de la acción i (estimado)

X_{im} es la proporción invertida en cada una de las acciones que componen el mercado.

La media muestral contiene N observaciones

R_i son los valores observados del rendimiento de la acción i .

$$E(S^2(R_m)) = \frac{\sum (R_m - E(R_m))^2}{N - 1}$$

(estimador de la varianza)

Un estimador de la covarianza entre R_i y R_m sería el siguiente:

$$S_{im} = \frac{\sum (R_i - E(R_i)) (R_m - E(R_m))}{N - 1}$$

Los valores de los estimadores de la varianza y covarianza están divididos entre $(N-1)$ en lugar de (N) , ya que se busca que sean insesgados (o sea, que el valor esperado del estimado es el valor verdadero del parámetro).

El modelo del mercado será definido por medio de la siguiente relación:

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_m + \epsilon_i$$

ϵ_i representa la perturbación y se supone que está normalmente distribuida; su valor esperado es igual a cero y además posee una varianza constante. También la correlación entre las perturbaciones es igual a cero.

Debido a lo anterior se puede utilizar el método de mínimos cuadrados para calcular los estimadores a_i y b_i de los parámetros α y β .

La estimación por medio de mínimos cuadrados consiste en minimizar la suma de las desviaciones al cuadrado de los valores observados de sus valores esperados; por lo que hay que encontrar ciertos valores de α y β que minimicen lo siguiente:

$$S = \sum_{i=1}^N (R_i - E(R_i))^2$$

$$S = \sum_{i=1}^N (R_i - \alpha - \beta R_m)^2$$

La minimización de S (riesgo) se obtiene tomando las diferentes parciales de ella con respecto a α y β , para posteriormente igualar dichas diferenciales a cero y así resolver el sistema de ecuaciones que resulta. El procedimiento nos lleva a los siguientes resultados:

$$b_i = \frac{s_{im}}{s^2(R_m)} = \frac{\sum_{i=1}^N (R_i - E(R_i)) (R_m - E(R_m))}{\sum_{i=1}^N (R_m - E(R_m))^2}$$

$$a_i = E(R_i) - b_i E(R_m)$$

Los valores de a_i y b_i se conocen como estimadores de mínimos cuadrados, y son los que tienen mínima varianza.

Los valores reales de las perturbaciones no son conocidos, por lo que es necesario definir un estimador por medio de la siguiente expresión:

$$e_i = (E(R_i) - a_i - b_i E(R_m))$$

Los estimadores de las varianzas de a_i , b_i y e_i quedarán definidos a través de las siguientes expresiones:

$$s^2(e_i) = \frac{\sum_{i=1}^N \epsilon_i^2}{N - 2}$$

$$s^2(a_i) = s^2(e_i) \left[\frac{1}{N} + \frac{R_m^2}{(N-1) s^2(R_m)} \right]$$

$$s^2(b_i) = \frac{s^2(e_i)}{(N-1) s^2(R_m)}$$

Si se separan los elementos que componen las variaciones de los rendimientos (R_i), se encuentra una medida de bondad de ajuste conocida como coeficiente de determinación y se expresa de la siguiente forma:

$$R^2 = \left[\frac{\text{cov}(R_i, R_m)}{\sigma(R_i) \sigma(R_m)} \right]^2$$

Un estimador de este coeficiente quedaría definido de la siguiente forma:

$$r^2 = \left[\frac{S_{im}}{S(R_m) S(R_i)} \right]^2$$

Dicho coeficiente es la proporción de las variaciones de R_i que se pueden atribuir a variaciones en R_m .

5.4 DESARROLLO DEL SISTEMA

En el apéndice II se muestra el desarrollo del sistema computarizado para la selección de cartera.

Por medio de este sistema se pueden encontrar carteras con una mínima varianza para varios niveles de rendimientos esperados.

El desarrollo del sistema tiene como finalidad leer e interpretar la base de datos que se le alimentan, para que posteriormente calcule los rendimientos esperados para cada una de las acciones, las varianzas de los mismos y las covarianzas entre los rendimientos de cada par de acciones. La matriz que se obtiene es resuelta a través de programación cuadrática.

Una vez que el sistema selecciona la lista de "n" acciones que deben de integrar la cartera, determinará la asignación óptima para esas acciones y el riesgo que se debe de asumir.

En el apéndice III se muestran los resultados del modelo de selección de cartera. Se da un ejemplo del conjunto de carteras eficientes entre las cuales el inversionista puede escoger de acuerdo a sus preferencias. Se indica lo que se debe de invertir en cada una de las acciones con respecto al rendimiento que se desee obtener.

En el apéndice IV aparece un resumen de los resultados obtenidos de los estimadores a , b , las varianzas de éstos, la medida de bondad de ajuste (r^2) y ρ que se utiliza para probar la no autocorrelación en las perturbaciones.

Se aplicó el método de mínimos cuadrados para poder obtener una estimación de los parámetros α y β .

Se observa que pueden existir empresas cuya b resulta mayor que uno, lo cual significa que ellas son más sensibles que el promedio de sensibilidad del mercado y presentan mayor riesgo que el riesgo promedio de todas las acciones del mercado. De la misma manera existen algunas empresas cuya b es menor que uno, lo que quiere decir que son menos sensibles y poseen un menor riesgo que el promedio del riesgo total del mercado.

Las empresas que resulten más riesgosas en comparación con las demás, tendrán un movimiento al alza si el mercado también lo tiene, y de manera opuesta, si el mercado presenta un movimiento a la baja, este tipo de empresas también lo tendrán. Las empresas que tengan el mayor valor de b serán las más riesgosas dentro del comportamiento del mercado.

La medida de bondad de ajuste r^2 , indica que para algunas empresas el modelo de regresión resulta muy significativo, en cambio, para otras no lo es tanto. Existen algunas empresas en las que el riesgo sistemático explica la mayor parte de la varianza del rendimiento de la acción, mientras que el riesgo no sistemático es irrelevante. Sin embargo, existen empresas en las que el parámetro b es significativamente diferente de cero y en cambio la medida de bondad de ajuste tiene valores insignificantes.

Por último, el coeficiente de autocorrelación en las perturbaciones nos servirá para afirmar si en alguna de las regresiones estimadas existe o no autocorrelación positiva.

CONCLUSIONES

Entre las ventajas que presenta el modelo desarrollado en la presente tesis, están el de poder analizar carteras de inversión que contengan un gran número de títulos (acciones, obligaciones, etc.); además, la implementación del sistema permite tomar decisiones bajo condiciones de riesgo (incertidumbre).

Se pueden analizar primeramente los títulos en forma individual y, posteriormente, las carteras en conjunto.

Al poderse analizar todas las posibles carteras, midiendo las ventajas y desventajas relativas a cada una de ellas, se podrá asegurar que la cartera seleccionada se aproxima a la óptima; además, de esta forma se facilita enormemente el número de carteras a examinar, integrándose así una que sea adecuada a las necesidades y preferencias del inversionista.

Una vez obtenidos los rendimientos y conocidas las varianzas de los mismos para cada una de las acciones, el modelo desarrollado a través del sistema nos permite formular estimaciones de los rendimientos esperados para cada una de las acciones, para que por medio de éstas se pueda hacer una estimación del rendimiento y del riesgo que se asume para cada una de las carteras; lográndose de esta forma una comparación entre las distintas carteras y así poder seleccionar entre todas la que proporcione la combinación más conveniente entre el rendimiento esperado y el riesgo que mejor le convenga al inversionista.

Por medio de los resultados obtenidos de los promedios de los rendimientos esperados de cada una de las acciones, de las varianzas de éstos y de las covarianzas entre cada par de acciones; se puede obtener la curva que nos represente el mayor rendimiento y el mínimo riesgo que sea posible obtener y todas las probables combinaciones que pueden existir entre ambos; de esta manera se pueden separar las carteras eficientes de las ineficientes. Si no existe alguna combinación factible, el modelo nos lo indicará.

Es recomendable que para la selección de una cartera se utilicen datos (mensuales) con un período de antigüedad de dos años y se vaya renovando la base de datos con la aparición de las nuevas cifras; también se debe contar con la opinión de un analista bursátil sobre el futuro desempeño del mercado accionario, ya que se debe tener presente que la mejor selección de una cartera debe estar basada en opiniones razonables sobre estimaciones de la futura actuación del mercado de valores (teniendo en cuenta cómo se ha ido desarrollando a través del tiempo), y no solamente basarse en el pasado.

A través del modelo se trata de buscar la diversificación de la cartera, con la finalidad de reducir el riesgo, Si los rendimientos de las acciones no están altamente correlacionados, algunas combinaciones de las acciones para integrar carteras, darán una varianza del rendimiento más pequeña que cualquiera de las varianzas de las acciones tomadas por separado; por lo cual al seleccionar una cartera, es recomendable observar durante un determinado período la variabilidad del rendimiento de todas las acciones, ya que una cartera diversificada resulta más lucrativa y menos riesgosa.

Este modelo selecciona cuánto se debe de invertir en cada una de las acciones que integran las diferentes carteras, basándose en el grado de correlación que existe entre los

rendimientos y en la varianza de cada uno de ellos.

Se puede comparar y analizar si cualquiera de las acciones posee un mayor o menor riesgo que el promedio de los riesgos de todas las acciones en conjunto, y la relación que existe entre el rendimiento de las acciones con el del mercado.

Utilizando los conceptos y las herramientas estadísticas - se llegó a la definición de β_i que es la sensibilidad del rendimiento de la acción i a los cambios en el comportamiento del mercado.

B I B L I O G R A F I A

1. BOLSA DE VALORES, S.A. de C.V.
"¿Qué es la Bolsa de Valores?", Publicación de la Bolsa de Valores, S.A. (1979).
2. CASA DE BOLSA BANAMEX.
"Práctica y cálculos bursátiles", Seminario 1978.
Documento elaborado por la casa de bolsa Banamex.
3. CASO BERCHT, J.
"El mercado de acciones en México". Centro de Estudios Latinoamericanos (1971).
4. HOEL P. G.
"Introducción to Mathematical statistics". John Wiley and Sons, Inc. (1971):
5. MARKOWITZ HARRY.
"Portfolio Selection". Journal of finance, Vol.VII, No. 1. (March 1952).
6. MARKOWITZ HARRY.
"The utility of wealth". J.Polit.Econ., 1952
7. MARKOWITZ HARRY.
"Portfolio Selection: efficient diversification of investments". John Wiley and Sons, Inc. N.Y. (1970).
8. SHARPE WILLIAM F.
"A simplified model for portfolio analysis"
Management Science, January 1963.
9. SHARPE WILLIAM F.
"Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk". J. Finan, September 1964.

10. SHARPE WILLIAM F.
"Risk-aversion in the stock market: Some empirical evidence" J. Finan. September 1965.
11. SHARPE WILLIAM F.
"Portfolio analysis" J. Finan. and Quant. Anal. June 1967.
12. SHARPE WILLIAM F.
"Portfolio theory and capital markets" Mc.Graw-Hill, Series in Finance, 1970.
13. SHARPE WILLIAMS F.
"A linear programming aproximation for the general portfolio selection problem". Journal of financial and Quant. Anal. December 1971.
14. SHARPE WILLIAM F.
"Simple strategies for portfolio diversification: Comment" Journal of Finance. March 1972.
15. Taro Yamane.
"Estadfstica" 3a. Ed. Harla, 1974.

APENDICE · I

CONTENIDO DE LA BASE DE DATOS

		FECHA					
		74	75	76	77	78	TOTAL
nn	RR NOMBRE	Rend	Rend	Rend	Rend	Rend	Rend
01	01 ACMEX	6.38	60.00	-7.52	-4.76	294.73	69.77
02	01 FATON	-31.30	30.60	-37.30	87.00	286.40	67.08
03	01 JDFERE	-52.90	130.80	11.90	-14.50	289.10	72.88
04	01 MORESA	5.80	5.30	66.00	54.30	145.10	55.30
05	01 TREMEC	-19.40	-71.50	8.50	-16.70	849.40	150.06
06	02 CLAYTON	47.53	67.00	1.67	72.18	28.93	43.46
07	02 BACARDI	-17.50	-19.73	17.07	26.64	30.00	7.30
08	02 BICI MEX	-14.80	40.00	0.00	-119.70	500.00	101.38
09	02 CANNON	-28.00	31.71	-10.11	-40.65	468.13	84.22
10	02 CEMALTA	-11.71	6.84	14.84	17.38	140.16	33.50
11	02 CERMOCHE	-5.09	5.97	19.96	42.64	170.16	46.73
12	02 TABACALE	39.54	-1.25	16.67	-29.11	108.93	26.96
13	02 DIANA	16.44	18.88	82.50	70.07	58.57	42.29
14	02 MODERNA	-9.51	-4.83	-14.00	13.95	190.69	35.26
15	02 MARTELL	0.00	41.73	-1.93	115.08	8.51	40.85
16	02 EUZKADI	19.10	2.00	64.00	-29.30	108.32	32.02
17	03 APASCO	7.50	2.80	20.30	67.10	142.90	48.12
18	03 TOLTECA	3.10	-3.40	2.10	35.60	248.50	57.18
19	04 PHIERRO	11.10	45.00	58.60	94.10	139.00	69.56
20	04 LIVERPOL	5.10	16.90	30.30	14.70	130.10	39.42
21	04 PLONDRES	12.30	17.50	-8.00	20.90	53.70	19.28
22	04 SANBORNS	-0.10	1.50	116.00	76.00	10.70	40.82
23	05 GESAMEX	-0.97	-10.84	41.49	42.08	89.46	32.24
24	05 CONDUMEX	56.10	-32.19	24.20	27.50	202.78	55.68
25	05 INDETEL	-19.93	2.26	151.13	79.68	53.51	53.33
26	05 IEM	28.84	16.69	-30.18	-24.53	43.82	6.93
27	06 BANCOMER	-14.50	11.90	0.00	7.82	120.90	31.53
29	06 BANAMEX	2.52	108.33	33.98	52.56	115.97	62.67
29	06 NAFINSA	18.82	11.11	10.65	-14.88	29.56	11.05
30	07 MEXREFR	8.25	42.59	40.85	17.95	-16.36	18.66
31	07 LADMONTE	26.60	-7.50	65.50	-7.50	211.40	57.70
32	08 ALUMINIO	1.80	11.20	40.00	61.90	38.32	30.64
33	08 MACORRE	-28.37	0.57	75.61	-51.39	219.52	43.19
34	08 REYNOLDS	-129.56	-5.61	7.44	-26.05	97.79	40.63
35	09 CANANEA	4.64	-4.33	7.84	-32.27	8.12	-3.20
36	09 FRISCO	-21.78	-14.49	158.05	20.76	48.14	38.14
37	09 IMA	95.00	-10.90	65.20	47.20	68.60	53.02
38	09 LUISMIN	70.87	-24.08	51.32	80.00	108.11	57.24
39	10 SANCRIST	27.50	27.40	-27.50	120.00	262.20	81.92
40	10 LORETO	17.40	16.80	-23.30	33.10	57.60	20.32
41	11 CELANESE	-1.63	4.68	9.11	39.21	151.47	40.57
42	11 RESISTOL	-12.95	12.62	75.09	24.69	51.95	30.28
43	11 NEGROMEX	-9.77	26.89	38.41	9.97	36.89	20.48
44	11 CARBIDE	-7.84	77.37	21.43	58.31	70.85	44.02
45	12 AVIAMEX	50.84	-21.68	43.81	126.10	255.90	90.99
46	12 TELMEX	-1.91	33.33	-13.82	19.71	19.54	11.37

FECHA

nn RR NOMBRE	74	75	76	77	78	TOTAL
	Rend	Rend	Rend	Rend	Rend	Rend
47 13 ECATEPEC	-3.12	74.19	-25.93	-48.75	90.24	17.33
48 13 ALHORNOS	32.70	0.30	-17.60	-16.80	65.52	12.82
49 13 CAMPOS	11.76	-16.67	20.00	-13.33	46.15	9.58
50 13 TUBACERO	44.00	18.10	-1.70	66.70	230.73	71.57
TOTAL	9.96	15.44	26.93	25.05	143.61	44.48

APENDICE II

SPPROG1 03/20/80

```
1000 PROGRAM SPPROG1
1010 OPTION NOWARN
1020*
1030* *****
1040* *
1050* * N=Numero de acciones (Maximo 50) *
1060* * IT=Numero de observaciones (Maximo 60) *
1070* * ACCION(I)=Nombre de la accion i *
1080* * B(I,J)=Rendimientos de la accion i *
1090* *
1100* *****
1110*
1120 COMMON A(40,75),B(50,60),IBAS(70),JBAS(120),ACCION(50),C(37,15)
1130 COMMON JSW(120),ICON(140),KN,KM,N,N1,N2,N3,R,IT,KP,JQ,NB,R1,R2,ITT
1140 DOUBLE PRECISION A,S1,S2,S3
1150 FILENAME ACCION
1160 CALL IFBRK($1240)
1170 CALL CRURUN(300.0,$1230)
1180 READ('SPDATOS') N,IT
1190 CALL PREPARA
1200 1200 CALL OPROG
1210 CALL PORTAF
1220 GO TO 1200
1230 1230 PRINT,"Se excede el limite de CRU'S "
1240 1240 REWIND(FILE='MATRIZ')
1250 WRITE('MATRIZ') N,ITT,(ACCION(J),J=1,N),C
1260 STOP
1270 END
1280
1290
1300
1310
1320 SUBROUTINE PREPARA
1330 COMMON A(40,75),B(50,60),IBAS(70),JBAS(120),ACCION(50),C(37,15)
1340 COMMON JSW(120),ICON(140),KN,KM,N,N1,N2,N3,R,IT,KP,JQ,NB,R1,R2,ITT
1350 DOUBLE PRECISION A
1360 FILENAME ACCION
1365 REAL NADA(2)
1370 N1=N+1
1380 N2=N+2
1390 N3=N+3
1400 T=IT
1410 M=2
1420 DO 1450 I=1,N
1430 IBAS(I)=0
1440 ICON(I)=0
1450 1450 READ('SPDATOS') IBEGO, ACCION(I),JBEGO,(B(I,J),J=1,IT)
1460 DO 1470 J=1,75
1470 1470 JSW(J)=0
1480 R1=100.0
```

SPPROGI 03/20/80

```
1490 R2=-100.0
1500 DO 1680 I=1,N
1510     DO 1600 J=1,N
1520         S1=0.0
1530         S2=0.0
1540         S3=0.0
1550         DO 1580 K=1,IT
1560             S1=S1+B(I,K)*B(J,K)
1570             S2=S2+B(I,K)
1580 1580     S3=S3+B(J,K)
1590         A(I,J)=(2.0/(T-1))*(S1-S2+S3/T)
1600 1600     A(J,I)=A(I,J)
1610     A(I,N2)=S2/T
1620     R1=AMINI(R1,S2/T)
1630     R2=AMAXI(R2,S2/T)
1640     A(N2,I)=A(I,N2)
1650     A(I,N1)=1
1660     A(N1,I)=1
1670     A(I,N3)=-1-S2/T
1680 1680     A(I,N3+1)=-1
1690     N1=N+M+1
1700     N2=N1+N
1710     N3=N+M
1720     NB=N2+1
1730     KN=N2+2
1740     KM=N3+1
1750     A(N+1,N2+1)=1
1760     A(N+2,N2+2)=1
1770     DO 1780 J=1,N2
1780 1780     JBAS(J)=J
1790     DO 1800 I=1,N3
1800 1800     IBAS(I)=N2+1
1810     WRITE('MATRIZ') ((A(I,J),J=1,75),I=1,24)
1820     WRITE('MATRIZ') ((A(I,J),J=1,75),I=25,40),IBAS,JBAS,ICON,JSW
1830     RETURN
1840     END
1850
1860
1870
1880
1890     FUNCTION SUMA(A,B)
1900     DOUBLE PRECISION SUMA,A,B
1910     SUMA=A+B
1920     IF((ABS(A)/IF4).GT.(ABS(SUMA))) SUMA=0.0
1930     RETURN
1940     END
1950
1960
1970
1980
```

SPPROG1 03/20/80

```
1990      SUBROUTINE OPROG
2000      COMMON A(40,75),B(50,60),IBAS(70),JBAS(120),ACCION(50),C(37,15)
2010      COMMON JSW(120),ICON(140),KN,KM,N,N1,N2,N3,R,IT,KP,JQ,NB,RI,R2,ITT
2020      DOUBLE PRECISION A,S1
2030      FILENAME ACCION
2040 2040 PRINT 2050
2045 PRINT,RI,R2
2050 2050 FORMAT(1H0,' Rendimiento ')
2060      INPUT,R
2070      IF(.NOT.((R.GE.R1).AND.(R.LE.R2))) THEN
2080          PRINT,' Rendimiento fuera de rango '
2090          GO TO 2040
2100      ENDIF
2110      A(N+2,NB)=R
2120      DO 2180 J=1,KN
2130          S1=0.0
2140          IJ=N+1
2150          DO 2160 I=IJ,N3
2160 2160      S1=SUMA(S1,A(I,J))
2170          A(N3+1,J)=-S1
2180 2180      JSW(J)=1
2190 2190      CALL OPIV (I,N2,N3+1,$2310)
2200      CALL PPIV($2270,$2190)
2210      DO 2240 J=1,KN
2220          JSW(J)=1
2230          IF((J.GT.N1).OR.(JBAS(J).GT.N2+N)) JSW(J)=0
2240 2240      CONTINUE
2250      CALL GAUSS
2260      GO TO 2190
2270 2270 PRINT,'Paso num. 1'
2280      CALL IMPRIME (-KM)
2290 2290 PRINT,'Solucion ilimitada'
2300      STOP
2310 2310 IF(A(N3+1,NB).EQ.0.0) GO TO 2350
2320      PRINT,'No hay solucion factible'
2330      CALL IMPRIME (KM)
2340      STOP
2350 2350 CONTINUE
2360      DO 2440 J=1,KN
2370          S1=0.0
2380          DO 2400 I=1,N3
2390              IF(IBAS(I).GT.N2) S1=SUMA(S1,A(I,J))
2400 2400      CONTINUE
2410          A(N3+1,J)=-S1
2420          JSW(J)=1
2430          IF(JBAS(J).GT.N2) JSW(J)=0
2440 2440      CONTINUE
2450 2450 CALL OPIV (I,N2,N3+1,$2530)
2460      CALL RPIV ($2290,$2450)
2470      DO 2500 J=1,KN
```

SPPROG1 03/20/80

```
2480 JSW(J)=1
2490 IF(JBAS(J).GT.N2) JSW(J)=0
2500 2500 CONTINUE
2510 CALL GAUSS
2520 GO TO 2450
2530 2530 IF(A(N3+1,NB).EQ.0.0) THEN
2540 RETURN
2550 ELSE
2560 CALL IMPRIME (-KM)
2570 PRINT,'No hay solucion'
2580 STOP
2590 ENDIF
2600 END
2610
2620
2630
2640
2650 SUBROUTINE OPIV (L1,L2,I,*)
2660 COMMON A(40,75),B(50,60),IBAS(70),JBAS(120),ACCION(50),C(37,15)
2670 COMMON JSW(120),ICON(140),KN,KM,N,N1,N2,N3,R,IT,KP,JO,NB,RI,R2,ITT
2680 DOUBLE PRECISION A,AMIN
2690 FILENAME ACCION
2700 IF(L1.GT.L2) RETURN I
2710 AMIN=0.0
2720 DO 2760 J=L1,L2
2730 IF((A(I,J).GE.AMIN).OR.(JSW(J).LE.0)) GO TO 2760
2740 AMIN=A(I,J)
2750 JO=J
2760 2760 CONTINUE
2770 IF(AMIN.EQ.0.0) RETURN I
2780 JSW(JO)=0
2790 RETURN
2800 END
2810
2820
2830
2840
2850 SUBROUTINE PPIV (*,*)
2860 COMMON A(40,75),B(50,60),IBAS(70),JBAS(120),ACCION(50),C(37,15)
2870 COMMON JSW(120),ICON(140),KN,KM,N,N1,N2,N3,R,IT,KP,JO,NB,RI,R2,ITT
2880 DOUBLE PRECISION A,AMIN,CC
2890 FILENAME ACCION
2900 IK=1
2910 GO TO 2940
2920 ENTRY RPIV(*,*)
2930 IK=2
2940 2940 KP=0
2950 AMIN=-100.0
2960 IF(RND(R).LT.0.5) THEN
2970 I=0
```

SPPROG1 03/20/80

```
2980      K1=1
2990      ELSE
3000      I=N3+1
3010      K1=-1
3020      ENDIF
3030      DO 3110 I1=1,N3
3040      I=I+K1
3050      IF(A(I,JQ).LE.0.0) GO TO 3110
3060      CC=A(I,NB)/A(I,JQ)
3070      IF(KP.EQ.0) AMIN=CC
3080      IF(SUMA(CC,-AMIN)) 3090,3090,3110
3090 3090      AMIN=CC
3100      KP=1
3110 3110      CONTINUE
3120      IF(AMIN.LT.-10.0) RETURN 1
3130      GO TO (3230,3140) IK
3140 3140      JP=JBAS(JQ)
3150      IF((JP.GT.N).AND.(JP.LE.N1)) GO TO 3230
3160      IF(JP.GT.N1) JP=JP-N1
3170      IP=ICON(JP)
3180      IF(IP.LE.0) RETURN
3190      IF(A(IP,JQ).LE.0.0) RETURN 2
3200      TEMP=A(IP,NB)/A(IP,JQ)
3210      IF(SUMA(TEMP,-AMIN)) 3220,3220,3240
3220 3220      KP=IP
3230 3230      RETURN
3240 3240      RETURN 2
3250      END
3260
3270
3280
3290
3300      SUBROUTINE GAUSS
3310      COMMON A(40,75),B(50,60),IBAS(70),JBAS(120),ACCION(50),C(37,15)
3320      COMMON JSW(120),ICON(140),KN,KM,N,N1,N2,N3,P,IT,KP,JQ,NB,R1,R2,ITT
3330      DOUBLE PRECISION A,APQ,A10
3340      FILENAME ACCION
3350      APO=A(KP,JQ)
3360      A(KP,JQ)=1
3370      DO 3390 J=1,KN
3380      A(KP,J)=A(KP,J)/APO
3390 3390      CONTINUE
3400      DO 3470 I=1,KM
3410      IF((I.EQ.KP).OR.(A(I,JQ).EQ.0.0)) GO TO 3470
3420      A10=A(I,JQ)
3430      A(I,JQ)=0.0
3440      DO 3460 J=1,KN
3450      A(I,J)=SUMA(A(I,J),-A(KP,J)*A10)
3460 3460      CONTINUE
3470 3470      CONTINUE
```

SPPROGI 03/20/80

```
3480 I=IBAS(KP)
3490 J=JBAS(JO)
3500 IBAS(KP)=JBAS(JO)
3510 JBAS(JO)=I
3520 IF(I.LE.N) ICON(I)=0
3530 IF(I.GT.N1) ICON(I-N1)=0
3540 IF(J.LE.N) ICON(J)=KP
3550 IF(J.GT.N1) ICON(J-N1)=KP
3560 RETURN
3570 END
3580
3590
3600
3610
3620 SUBROUTINE IMPRIME (IC)
3630 COMMON A(40,75),R(50,60),IBAS(70),JBAS(120),ACCION(50),C(37,15)
3640 COMMON JSW(120),ICON(140),KN,KM,N,N1,N2,N3,R,IT,KP,JO,NB,RI,R2,ITT
3650 DOUBLE PRECISION A
3660 FILENAME=ACCION
3670 IF(IC.GE.0) GO TO 3740
3680 IC=-IC
3690 PRINT 3700,(JBAS(J),J=1,N2)
3700 3700 FORMAT(1HO,(3X,10I11))
3710 DO 3720 I=1,KM
3720 3720 PRINT 3730,IBAS(I),(A(I,J),J=1,KN)
3730 3730 FORMAT(1HO,1X,I2,10G11.4,/, (3X,10G11.4))
3740 3740 PRINT,'Variables basicas'
3750 DO 3800 I=1,KM
3760 IF(A(I,NB).NE.0.0) THEN
3770 PRINT 3780,IBAS(I),A(I,NB)
3780 3780 FORMAT(1X,13,1X,G10.4)
3790 ENDF
3800 3800 CONTINUE
3810 IF(IC.EQ.0) GO TO 3890
3820 PRINT,'Variables duales'
3830 DO 3880 J=1,N2
3840 IF(A(IC,J).LT.0.0) THEN
3850 PRINT 3860,JBAS(J),A(IC,J)
3860 3860 FORMAT(1X,13,1X,G10.4)
3870 ENDF
3880 3880 CONTINUE
3890 3890 RETURN
3900 END
3910
3920
3930
3940
3950 SUBROUTINE PORTAF
3960 COMMON A(40,75),R(50,60),IBAS(70),JBAS(120),ACCION(50),C(37,15)
3970 COMMON JSW(120),ICON(140),KN,K4,N,N1,N2,N3,R,IT,KP,JO,NB,RI,R2,ITT
```


SPPROGI 03/20/80

```
3980 DOUBLE PRECISION A
3990 FILENAME ACCION
4000 PRINT 4010
4010 4010 FORMAT(IHO,IX,'Cartera Optima',//,IX,'Accion',4x,'Porc.')
4020 ITT=ITT+1
4030 DO 4110 I=1,N
4040 DO 4060 K=1,N3
4050 IF(1.E0.IBAS(K)) GO TO 4090
4060 4060 CONTINUE
4070 S=0.0
4080 GO TO 4110
4090 4090 S=A(K,HR)*100.0
4100 C(I,ITT)=S
4110 4110 PRINT 4120,ACCION(I),S
4120 4120 FORMAT(IX,A10,F7.2)
4130 REWIND(FILE='MATRIZ')
4140 READ('MATRIZ') ((A(I,J),J=1,75),I=1,24)
4150 READ('MATRIZ') ((A(I,J),J=1,75),I=25,40), IRAS, JRAS, ICON, JSW
4160 S=0.0
4170 DO 4210 I=1,N
4180 DO 4210 J=1,N
4190 S1=A(I,J)/10000.0*C(I,ITT)*C(J,ITT)
4200 IF(1.E0.J) S1=S1/2.0
4210 4210 S=S+S1
4220 S=SQRT(ABS(S))
4230 PRINT 4240,S
4240 4240 FORMAT(IHO,IX,'Riesgo = ',F8.2)
4250 C(N+1,ITT)=R
4260 C(N+2,ITT)=S
4270 RETURN
4280 END
```

SPPROG2 03/20/80

```
1000 PROGRAM SPPROG2
1010 FILENAME A(50)
1020 DIMENSION C(37,15),B(15)
1030 READ('MATRIZ') N,IT,A,C
1040 PRINT 1050
1050 1050 FORMAT(1H1,'- - -',6(/),10X,'M O D E L O P A R A S E L E C C I O N D E C A R T E R A')
1060 PRINT 1070
1070 1070 FORMAT(//,21X,'T A S A D E R E N D I M I E N T O',/,21X,35('-'))
1080 PRINT 1090,'Esperado ',(C(N+1,J),J=1,IT)
1090 1090 FORMAT(1X,A8,2X,15F8.2)
1100 DO 1110 J=1,IT
1110 1110 B(J)=C(N+1,J)+C(N+2,J)*2.0
1120 PRINT 1090,'Maximo ',(B(J),J=1,IT)
1130 DO 1140 J=1,IT
1140 1140 B(J)=C(N+1,J)-C(N+2,J)*2.0
1150 PRINT 1090,'Minimo ',(B(J),J=1,IT)
1160 PRINT 1170
1170 1170 FORMAT(1H0)
1180 PRINT 1090,'Riesgo ',(C(N+2,J),J=1,IT)
1190 PRINT 1170
1200 PRINT 1210
1210 1210 FORMAT(/1X,'Accion',17X,'P O R C E N T A J E')
1220 PRINT 1230
1230 1230 FORMAT(1X,6('-'),17X,28('-'))
1240 DO 1250 I=1,N
1250 1250 PRINT 1090,A(I),(C(I,J),J=1,IT)
1260 PRINT 1270
1270 1270 FORMAT(1H0,///'- - -',///)
1280 STOP
1290 END
```

APENDICE III

MODELO PARA SELECCION DE CARTERA

TASA DE RENDIMIENTO

ESPERADO	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	44.00
MAXIMO	20.00	36.55	60.94	90.35	122.12	235.97
MINIMO	20.00	13.45	-0.94	-20.35	-42.12	-147.97
RIESGO	0.00	5.78	15.47	27.68	41.06	95.98

ACCION

PORCENTAJE

AHMSA	0.	0.	0.	0.	0.	0.
ALUMINIO	21.96	16.96	3.32	0.	0.	0.
GREEN	0.	0.	0.	0.	0.	0.
MALTA	0.	0.	0.	0.	0.	0.
LORETO	4.64	0.	0.	0.	0.	0.
AVIAMEX	7.32	10.66	15.51	20.91	26.40	86.79
NAFINSA	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SANBORNS	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TELMEX	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CARBIDE	23.24	34.90	38.19	24.43	7.29	0.
REYNOLDS	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CAMPOS	0.	0.	0.	0.	0.	0.
APASCO	0.	0.	0.	0.	0.	0.
LIVERPOL	26.99	7.76	0.	0.	0.	0.
FRISCO	15.85	29.72	42.98	54.66	66.31	13.21
MORESA	0.	0.	0.	0.	0.	0.
CLAYTON	0.	0.	0.	0.	0.	0.
EATON	0.	0.	0.	0.	0.	0.
SANCRIS	0.	0.	0.	0.	0.	0.
BANCOMER	0.	0.	0.	0.	0.	0.

EMPRESA	a	b	S ² (a)	S ² (b)	r ²	ρ
EATON	- 1.5533	1.1820	1.0842	0.2462	0.2214	0.0933
MORESA	0.5124	0.7379	0.9287	0.2169	0.1313	0.0473
TREMEC	- 0.3213	0.8797	0.9099	0.2066	0.1828	- 0.0678
CLAYTON	2.2325	0.2564	1.2490	0.2837	0.0100	0.0729
BACARDI	- 0.8084	0.5199	1.0529	0.2391	0.0551	0.1777
CANNON	- 0.9683	2.7165	3.8534	0.8752	0.1063	- 0.0134
MALTA	0.4329	0.6788	0.8509	0.1932	0.1321	- 0.3856
MOCTE	- 0.9021	0.9070	0.7206	0.1637	0.2749	- 0.1343
TABAC	0.7511	0.7462	1.7927	0.4072	0.0398	- 0.1091
DIANA	0.7113	3.9864	4.6162	1.0485	0.1514	- 0.0213
MODERNA	- 1.4799	0.9094	0.9998	0.2268	0.1656	0.0662
MARTELL	1.2095	0.4485	1.8911	0.2995	0.1471	0.1895
APASCO	- 0.2660	0.7773	0.8621	0.1952	0.1628	- 0.1157
TOLTECA	- 0.5282	0.5047	0.8558	0.1856	0.1148	- 0.0549
PALACIO	1.2219	0.5192	0.5624	0.1277	0.1697	- 0.1599
LIVERPOL	2.4400	0.3769	1.5389	0.3495	0.0142	0.0990
PARIS	2.6613	0.0529	2.3599	0.4970	0.0002	- 0.4665

SANBORN S	1.1191	0.3418	0.7060	0.1603	0.0531	0.1213
GESAM	0.3477	0.7730	0.8082	0.1837	0.0593	- 0.0268
INDETEL	- 0.3136	4.7104	4.8611	1.1042	0.1834	- 0.1025
IEM	- 1.2060	1.0173	1.0875	0.2470	0.1731	- 0.2006
BANCOMER	0.1122	0.5786	0.6565	0.1491	0.1567	- 0.3219
BANAMEX	0.8794	0.5837	0.6304	0.1432	0.1702	0.1523
NAFINSA	1.2770	0.1834	0.9864	0.2240	0.0082	0.0542
ALUMINIO	- 1.4580	1.0352	1.3109	0.2977	0.1298	- 0.0524
CANANEA	- 0.0549	0.4756	0.8166	0.1688	0.7471	0.1097
FRISCO	0.9045	0.8997	1.2968	0.2945	0.1033	- 0.0099
MINMEX	0.8203	1.2458	1.9012	0.4090	0.2190	0.1242
SANCRIST	- 0.3405	0.3417	0.6919	0.1571	0.0551	0.0404
PEÑOLE S	0.8817	0.8010	0.9601	0.2180	0.1427	- 0.0736
CELANESE	- 0.2100	0.3232	0.6842	0.1554	0.2110	- 0.3119
RESISTOL	0.9452	0.7234	0.7540	0.1594	0.1797	0.0358
NEGROMEX	0.7328	0.6423	0.7132	0.1620	0.1626	- 0.3149
CARBIDE	- 1.1516	1.3642	0.8888	0.2019	0.3605	- 0.1393
AVIAMEX	1.7151	1.2504	2.6289	0.5961	0.0513	- 0.0802
TELMEX	0.2703	0.2885	0.4127	0.0937	0.1048	- 0.2235
AHMSA	- 1.1229	1.5299	1.1288	0.2564	0.3054	- 0.2587