



D-19574



T
519.76
PEN

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Ingeniería en Estadística e Informática

**"OPTIMIZACIÓN DE UN PORTAFOLIO DE
INVERSIONES RIESGOSAS DENTRO DE LA
ROLSA DE VALORES DE GUAYAQUIL"**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

Presentada por:

FRANCISCO XAVIER PEÑAFIEL RAMÍREZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO

1999

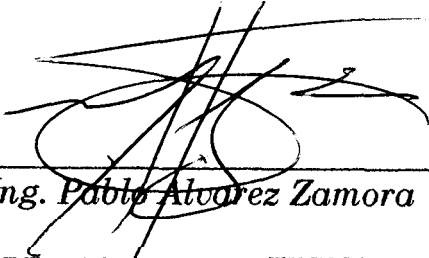
AGRADECIMIENTO

MAT. FERNANDO SANDOYA Director de Tesis, al Ing. Moises Vera y al DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICAS DE LA BOLSA DE VALORES DE GUAYAQUIL, por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

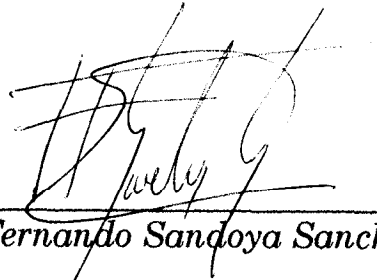
**A DIOS
A MIS PADRES
A MI HERMANA
A MI PADRINO
A JULIANNA**

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Pablo Alvarez Zamora

PRÉSIDENTE DEL TRIBUNAL



Mat. Fernando Sandoya Sanchez

DIRECTOR DE TESIS

Ec. Milton Triana Villalba

VOCAL



Ing. Margarita Martínez Jara

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

*“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde
exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”*

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Sr. Francisco Xavier Peñafiel Ramírez

RESUMEN

La presente Tesis establece una alternativa de solución al complejo problema de Optimización de Inversiones, dando énfasis en aquellas variables de decisión prioritarias para el inversionista como lo son: el riesgo y el rendimiento.

El propósito en sí de este trabajo es proporcionar una ayuda valiosa en el proceso de toma de decisiones de un inversionista, para lo cual se ha efectuado la concatenación de varias teorías, la principal de ellas y pilar fundamental de este trabajo, la Teoría de Carteras, promovida por Harry Markowitz, que trata sobre la optimización de portafolios de inversión. Para este estudio dichos portafolios estarán constituidos por títulos negociables en la Bolsa de Valores de Guayaquil; otra teoría novedosa que complementa de muy buena manera a la anterior es la Teoría del Control Óptimo, la misma que nos ofrece una política óptima de inversión que nos sugiere si debemos invertir o no, los saldos de tesorería de una empresa; y por último cabe recalcar el empleo de técnicas de análisis financiero, estudios de programación matemática y códigos de programación computacional que sirven de nexos, herramientas de cálculo y de juicio para las operaciones implícitas del proceso.

El trabajo requirió la construcción de una base de datos compuesta de los rendimientos de cada uno de los títulos negociables en Bolsa; información recopilada del Departamento de Estadísticas de la Bolsa de Valores de Guayaquil, la misma que nos ubica en un ámbito real de aplicación y estudio. Como se podrá observar, este estudio pretende enlazar varios tópicos, que a primera vista parecieran independientes, pero que con el debido criterio, han sido reunidos para formar una herramienta poderosa de decisión.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<i>RESUMEN</i>	VI
<i>ÍNDICE GENERAL</i>	VII
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	VIII
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	\I
<i>INTRODUCCIÓN</i>	16
<i>I. INTRODUCCIÓN A LA OPTIMIZACIÓN DE INVERSIONES</i>	17
<i>1.1. Introducción</i>	17
<i>1.2. Objetivos de la Inversión</i>	18
<i>1.2.1. Riesgo y Rendimiento</i>	18
<i>1.3. La Gestión Empresarial y la Teoría</i> <i>Determinista del Control Óptimo</i>	19
<i>1.3.1. Las dos grandes categorías de Teorías de la Firma</i>	23
<i>1.4. Teoría de Carteras y Toma de decisiones en Incertidumbre</i>	24
<i>II. INVERSIONES DENTRO DE LA BOLSA DE VALORES</i>	26
<i>2. 1. Introducción</i>	26
<i>2.2. La Bolsa de Valores de Guayaquil</i>	27

2.2.1. ¿Qué es?.....	27
2.2.2. Las Casas de Valores.....	28
2.2.2.1. Formas de Negociación.....	28
2.2.2.2. Requisitos para operar en la Bolsa de Valores de Guayaquil.....	28
2.2.2.3. Facultades y obligaciones de las Casas de Valores.....	29
2.2.2.4. Prohibiciones de las Casas de Valores.....	29
2.2.3. ¿Por qué invertir en Bolsas de Valores?.....	30
2.2.3.1. Tratamiento Fiscal Bursátil.....	30
2.2.3.1.1. Exoneraciones Tributarias.....	30
2.2.3.1.2. Deducciones Tributarias.....	31
2.2.3.1.3. Negociaciones Gravables.....	32
2.2.4. Mecanismos de Negociación.....	32
2.2.4.1. Tipos de Operación.....	33
2.3. Tipos de Títulos.....	33
2.3.1. Títulos de Renta Variable.....	34
2.3.1.1. ¿Cómo entender el comportamiento de las empresas?.....	34
2.3.1.1.1. Los Estados Financieros.....	35
2.3.1.1.2. Conceptos Básicos de Análisis Financieros	36
2.3.1.1.3. Otros conceptos analíticos.....	42

2.3.1.2. <i>¿Cómo leer las páginas financieras?</i>	43
2.3.1.2.1. <i>¿Qué son los índices bursátiles?</i>	44
2.3.1.3. <i>Dividendos y partición de acciones</i>	46
2.3.2. <i>Títulos de Renta Fija</i>	49
2.3.2.1. <i>Títulos del Sector Privado</i>	50
2.3.2.2. <i>Títulos del Sector Público</i>	63
2.3.2.3. <i>Indicadores de Renta Fija</i>	70
2.3.2.3.1. <i>Curva de Rendimientos</i>	70
2.3.2.3.2. <i>Índices de Renta Fija</i>	72
III. <i>TEORÍA DEL CONTROL ÓPTIMO</i>	74
3.1. <i>Introducción</i>	74
3.2. <i>Fundamentos Básicos</i>	78
3.2.1. <i>El Funcional</i>	78
3.2.2. <i>Variación del argumento</i>	79
3.2.3. <i>Función Admisible</i>	79
3.2.4. <i>Clase de una función</i>	79
3.2.5. <i>Variación de un Funcional</i>	80
3.2.6. <i>La función Hamiltoniana y las ecuaciones canónicas de Euler</i>	80
3.2.7. <i>Condiciones de transversalidad</i>	83

3.3. Modelo del Saldo Óptimo de Tesorería.....	84
3.3.1. Planteamiento de la situación.....	84
3.3.2. Modelo de Sethi y Thompson sin restricciones en las variables de estado.....	87
 IV. TEORÍA DE CARTERAS.....	94
4.1. Introducción.....	94
4.1.1. Toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre : Teoría de la elección.....	94
4.1.2. Curvas de Indiferencia Media- Varianza.....	96
4.2. Riesgo y rendimiento: objetos de elección.....	99
4.2.1. Media y varianza de activos individuales.....	99
4.2.2. Media y varianza de las carteras de activos.....	100
4.2.3. Correlación y Covarianza.....	102
4.2.4. El conjunto de oportunidades de cartera y el conjunto eficiente.....	105
4.3. Equilibrio de Mercado : La línea de mercado de capitales.....	107
4.3.1. El conjunto de oportunidades con un activo riesgoso y un activo libre de riesgo.....	108
4.3.2. El conjunto de oportunidades con un activo libre de riesgo y varios activos riesgosos.....	110
4.4. Diversificación.....	113

4.5. Carteras que involucren varios activos riesgosos	
<i>con varios activos no riesgosos</i>	118
4.6. Preferencias de elección: Riesgo vs Rendimiento.....	120
V. PROGRAMACIÓN CUADRÁTICA.....	123
5.1. Introducción..	123
5.2. Programación Cuadrática..	121
5.3. Relación con la Teoría de Carteras.	125
5.4. Programa Solver.....	127
5.4.1. ¿Por qué la utilización de GRG2?.....	127
5.4.1.1. El funcionamiento de GRG2 comparado	
<i>con otros algoritmos de programación.</i> ...	127
5.4.1.2. Método del Gradiente Reducido.....	129
VI. REALIZACIÓN NUMÉRICA.....	130
6.1. Introducción.	130
6.2. Ejercicios Prácticos....	130
6.2.1. Caso 1 (Teoría de Cartera).....	131
6.2.2. Caso 2 (Teoría de Cartera).....	146
6.2.3. Caso 3 (Teoría de Control Óptimo).....	155

<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i>	<i>157</i>
<i>ANEXOS.....</i>	<i>161</i>
<i>Manual del Usuario del Paquete Computacional PORTAFOLIO.....</i>	<i>162</i>
<i>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</i>	<i>173</i>
<i>BIBLIOGRAFÍA.....</i>	<i>176</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura # 1.1 Pirámide de Gestión.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura # 3.1 Áreas de Política Óptima.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura # 4.1 Relación entre la riqueza y la utilidad.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura # 4.2 Curvas de indiferencia Media Varianza.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura # 4.3. Ejemplos de coeficientes de correlación.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura # 4.4. Forma general del conjunto de curvas de riesgo de cartera</i>	<i>104</i>
<i>Figura # 4.5. Forma general del conjunto de oportunidades de cartera...</i>	<i>106</i>
<i>Figura # 4.6. Conjunto de oportunidades de cartera y conjunto de eficiencia con muchos activos riesgosos.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura # 4.7. Conjunto de oportunidades de un activo riesgoso y otro activo libre de riesgo.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura # 4.8. La línea de mercado de capitales.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura # 4.9. Carteras óptimas en la línea de mercado de capitales.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura # 4.10. Reducción del riesgo mediante diversificación.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura # 6.1 Pantalla de clasificación de títulos (caso 1).....</i>	<i>131</i>
<i>Figura # 6.2. Pantalla de selección de período (caso 1).....</i>	<i>132</i>
<i>Figura # 6.3. Pantalla de componentes del portafolio (caso 1).....</i>	<i>133</i>
<i>Figura # 6.4. Pantalla de rendimiento y riesgo (caso 1).....</i>	<i>133</i>
<i>Figura # 6.5. Pantalla de advertencia de período (caso 1).....</i>	<i>134</i>
<i>Figura # 6.6. Pantalla de parámetros de Solver (caso 1).....</i>	<i>135</i>

<i>Figura # 6.7.</i>	<i>Pantalla de resultados de Solver (caso 1).....</i>	<i>136</i>
<i>Figura # 6.8.</i>	<i>Rendimiento: Banco Popular vs Portafolio.....</i>	<i>142</i>
<i>Figura # 6.9.</i>	<i>Rendimiento: Banco del Tungurahua vs Portafolio.....</i>	<i>142</i>
<i>Figura # 6.10.</i>	<i>Rendimiento: Banco de Guayaquil vs Portafolio.....</i>	<i>143</i>
<i>Figura # 6.11.</i>	<i>Rendimiento: Banco Cofiec vs Portafolio.....</i>	<i>143</i>
<i>Figura # 6.12.</i>	<i>Rendimiento: La Cemento Nacional vs Portafolio.....</i>	<i>144</i>
<i>Figura # 6.13.</i>	<i>Comparación de Riesgo (caso 2).....</i>	<i>144</i>
<i>Figura # 6.14</i>	<i>Pantalla de clasificación de títulos (caso 2).....</i>	<i>146</i>
<i>Figura # 6.15..</i>	<i>Pantalla de selección de período (caso 2).....</i>	<i>147</i>
<i>Figura # 6.16.</i>	<i>Pantalla de componentes del portafolio (caso 2).....</i>	<i>148</i>
<i>Figura # 6.17.</i>	<i>Pantalla de rendimiento y riesgo (caso 2).....</i>	<i>148</i>
<i>Figura # 6.18.</i>	<i>Pantalla de advertencia de período (caso 2).....</i>	<i>149</i>
<i>Figura # 6.19.</i>	<i>Pantalla de parámetros de Solver (caso 2).....</i>	<i>150</i>
<i>Figura # 6.20.</i>	<i>Pantalla de resultados de Solver (caso 2).....</i>	<i>151</i>
<i>Figura # 6.21.</i>	<i>Rendimiento: Banco ABN AMRO Bank vs Portafolio.....</i>	<i>152</i>
<i>Figura # 6.22.</i>	<i>Rendimiento: Banco del Citibank vs Portafolio.....</i>	<i>152</i>
<i>Figura # 6.23.</i>	<i>Rendimiento: Banco Internacional vs Portafolio.....</i>	<i>153</i>
<i>Figura # 6.24..</i>	<i>Rendimiento: Banco Popular vs Portafolio.....</i>	<i>153</i>
<i>Figura # 6.25.</i>	<i>Comparación de Riesgo (caso 2).....</i>	<i>154</i>
<i>Figura # 6.26.</i>	<i>Pantalla de parámetros de Control Óptimo.....</i>	<i>155</i>
<i>Figura # 6.27..</i>	<i>Pantalla de Respuestas de Control Óptimo.....</i>	<i>156</i>

ÍNDICE DE TABLAS

	<i>Pág.</i>
<i>Tabla I. Matriz de Covarianza (caso 1).....</i>	<i>134</i>
<i>Tabla II Montos Óptimos del portafolio (caso 1).....</i>	<i>136</i>
<i>Tabla III Análisis Financiero del Banco Popular.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla IV Análisis Financiero del Banco del Tungurahua.</i>	<i>138</i>
<i>Tabla V Análisis Financiero del Banco de Guayaquil.....</i>	<i>139</i>
<i>Tabla VI Análisis Financiero del Banco Cofiec.</i>	<i>140</i>
<i>Tabla VII Análisis Financiero de la Cemento Nacional.....</i>	<i>141</i>
<i>Tabla VIII Matriz de Covarianza (caso 2).....</i>	<i>149</i>
<i>Tabla IX Montos Óptimos del portafolio (caso 2).</i>	<i>151</i>

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se puede considerar como una “Guía de Inversiones Bursátiles”, que el inversionista puede utilizar como una gran herramienta de ayuda para el proceso de toma de decisiones al momento de elegir alguna forma de inversión.

El trabajo permite optimizar la conformación de un portafolio de activos financieros, utilizando para este fin el “Modelo de Carteras de Markowitz”, fundamentos básicos de análisis financiero que aportarán más consistencia en las futuras decisiones de elección de portafolio y la utilización del “código computacional GRG2”, con el cual se desarrolla el problema de Programación Cuadrática resultante del Modelo de Markowitz. Además brinda una política óptima a emplearse referente a los saldos de tesorería de una empresa, utilizando el “Modelo de Sethi-Thompson restrictivo” que utiliza la teoría del Control Óptimo. El desarrollo de los diferentes cálculos operacionales se harán mediante la utilización de un paquete computacional aplicado para complementar el aspecto teórico de 1 o s modelos utilizados en esta Tesis, denominado PORTAFOLIO, implementado con rutinas que se enmarcan en los fundamentos de este trabajo.

Con el desarrollo de este proyecto, se pretende dar notoriedad a los beneficios que se obtienen por el adecuado empleo de la estadística, investigación de operaciones, análisis financiero y programación computacional, en áreas que tienen gran repercusión en el contexto de nuestra sociedad, como lo constituye, en este caso las Finanzas. Además brinda una ayuda de fácil aplicación para el inversionista, evitándole el tener que adentrarse en estudios complejos de la teoría matemática.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN A LA OPTIMIZACIÓN DE INVERSIONES

1.1. INTRODUCCIÓN.

Es fácil observar que no existe inversión que no involucre algún tipo de riesgo y que $r = 1 - 0$ sea algo parecido a una apuesta. Realmente, la mayoría de los inversionistas con experiencia pueden reconocer inmediatamente la relación entre el nivel de riesgo de un papel y la rentabilidad que este ofrece, aunque con sus limitaciones. En este trabajo se pretende analizar esta relación desde el punto de vista técnico y formular modelos que permitan a los inversionistas tomar las decisiones económicamente óptimas.

Debido a que las necesidades y objetivos de los inversionistas son diferentes, sus expectativas de riesgo y rentabilidad, así como sus enfoques en relación

con el mercado de valores, son también diferentes. Al dinero reservado para inversión frecuentemente se le llama “capital de riesgo”, sin importar cuán conservador sea el programa de inversión que se intenta realizar. Adicionalmente, los asesores casi siempre recomiendan no comprometer todo el capital disponible de una vez en una sola inversión. Un programa flexible (que presente varias alternativas) de inversión proporciona una mayor tranquilidad a los inversionistas. Además del dinero, existe otro factor involucrado, que es el tiempo. Un manejo apropiado del portafolio requiere cierta cantidad de tiempo y esfuerzo

1.2. OBJETIVOS DE LA INVERSIÓN.

La selección de un objetivo que satisfaga en la mejor forma las necesidades financieras personales de un individuo o colectivas de una empresa es difícil. Con frecuencia se presentan muchas alternativas que se prestan a confusión. Generalmente, los portafolios se administran para lograr ingresos, valorización del capital o seguridad, o alguna combinación de éstos.

1.2.1. RIESGO Y RENDIMIENTO.

Quizás el concepto principal en toda Bolsa de Valores es: “A mayor retorno esperado, mayor es el riesgo sobre la inversión”. En efecto, la “razón riesgo/rentabilidad”, establece el deseo de mantener el capital en un extremo del espectro y el deseo de maximizar el retorno en el otro extremo.

Se debe encontrar una combinación satisfactoria de dos variables claves: la selección de la inversión y la programación del momento en que se debe realizar ésta. Aunque puede parecer elemental y reiterativo, un inversionista tiene que seleccionar apropiadamente en el momento justo para obtener los mejores resultados posibles. Una mala selección con una mala programación de tiempo puede resultar muy costosa, y con cualquier otra combinación de errores, en la selección o en el tiempo, se lograrán resultados poco satisfactorios.

Las técnicas para poder hacer la relación justa en el momento preciso pueden ser variadas, y van desde las técnicas estáticas de la programación lineal hasta las sofisticadas técnicas de la Teoría estocástica del Control Óptimo, todas enmarcadas en la teoría de la Programación Matemática.

1.3. LA GESTIÓN EMPRESARIAL Y LA TEORÍA DETERMINISTA DEL CONTROL ÓPTIMO.

En la actualidad, el tamaño cada vez mayor de las empresas exige que la dirección de éstas (dirección general y direcciones de las áreas funcionales) se efectúe por medio de modelos, es decir, de representaciones simbólicas de la realidad (estados contables, gráficos, estadísticas, diversos modelos matemáticos, etc.), cada vez más numerosos y sofisticados.

Contrariamente a lo que sucede en la ejecución, que exige una interpretación concretizada y centrada en el detalle desenfocado del todo, la dirección ha de

operar con modelos que se han conseguido a través de un proceso de abstracción o conceptualización. Y puesto que ningún modelo coincide con la realidad sino que recoge lo sustantivo de la misma renunciando a lo periférico, la función de la dirección debe llevar asociada de modo necesario la función de control a fin de:

- 1. Detectar oportuna y correctamente las desviaciones respecto a los objetivos, a lo planeado: y,*
- 2. Tomar decisiones correctivas óptimas.*

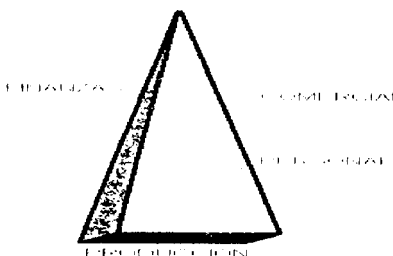
Es decir, resulta preciso el seguimiento de la acción en el tiempo y, por consiguiente, un instrumento de gran eficacia para ejercer la misión de dirección y control. Esto lo proporciona la teoría del control óptimo. Y ello es así porque el problema genérico de la gestión empresarial consiste en optimizar el comportamiento de la unidad económica a través del tiempo, lo cual traducido matemáticamente lleva a la determinación de una función vectorial que maximice la integral (continua o discreta), respecto al tiempo, de una función de utilidad (por ejemplo, beneficio o ingreso neto) o que minimice la integral, respecto al tiempo, de una función de desutilidad (por ejemplo, el costo o las pérdidas).

Es tan estrecha la relación entre gestión de unidades económicas importantes y 1 o s técnicas matemáticas que puede afirmarse que “el desarrollo de las ciencias de dirección administrativa consiste en la aplicación de técnicas matemáticas a la solución de problemas que se presentan en la empresa”.

Resulta evidente que las dos vertientes esenciales de la gestión empresarial son la planificación o fijación de objetivos y puesta a punto de medios y métodos, y el control, o acción tendente a optimizar el plan global.

El enfoque que se indica tiene sentido cuando una unidad económica se considera como un sistema total con sus subsistemas correspondientes, una de cuyas representaciones es la clásica pirámide de gestión. Las cuatro caras fundamentales de la pirámide son las áreas funcionales comúnmente consideradas: producción, comercial, finanzas y personal. El área de personal, debido a su peculiar naturaleza, no ha sido aún invadida por la teoría del control óptimo.

Figura 1.1
Pirámide de Gestión.



Conviene caer en cuenta de que referir las aplicaciones de la teoría matemática de la optimización a una unidad económica implica la aceptación implícita de una hipótesis importante: la existencia de un criterio de optimidad global y, consecuentemente, la posibilidad de una centralización de decisiones a través de un órgano adecuado.

Por otra parte, la utilización de modelos matemáticos deterministas de carácter dinámico (la teoría de control óptimo determinista) implica que toda unidad económica, como sistema dinámico que es, goza de las características $t \neq c$ estabilidad, controlabilidad y observabilidad.

Se considera como factores impulsores a la aplicación de la teoría del control $t \neq c$ las ciencias de la gestión:

- 1) El tamaño de las firmas actuales. La información y coordinación requerida por el mercado tiende a ser reemplazada por el planeamiento, la información y los procesos de control; esto ocurre en especial en las multinacionales, empresas que albergan un enorme mercado interior hasta el punto $t \neq c$ que, en numerosas ocasiones, las transacciones intrafirma dominan a las transacciones con el exterior.
- 2) Gran complejidad técnica, que alarga notablemente $t \neq c$ procesos de planificación, financiación y producción, lo que exige mecanismos de control, más sofisticados.
- 3) Tasas de cambio rápidas, circunstancia que colisiona con la realidad anterior.

Para enfrentarse al reto que significa la presencia combinada y creciente de los factores mencionados se requieren instrumentos de gestión cada vez más potentes: computadoras, técnicas de organización, teoría de la decisión, teoría del control óptimo, etc.

1.3.1. LAS DOS GRANDES CATEGORIAS DE TEORÍAS DE LA FIRMA.

agruparse en dos categorías, según sea el carácter de la hipótesis que sustenten:

1. *Teorías basadas en la hipótesis de que la firma opera exclusivamente de modo coyuntural, ajustando sus conductas a las circunstancias inmediatas (teorías conductistas).*
2. *Teorías basadas en la hipótesis de que la firma opere planificadamente en el tiempo optimizando alguna variable, como el beneficio (teoría marginalista), el importe de ventas, el crecimiento, el costo, etc. ; es decir, la unidad económica actual maximizando o minimizando una cierta función (teorías de la gestión).*

Como puede suponerse, a partir de cierta dimensión y solidez empresarial, vamos a tratar con el segundo grupo de teorías ya que éstas, al incorporar instrumentos cuantitativos (entre otros), además de su eficacia práctica, permiten elevarse al nivel estrictamente empírico y hacer progresar las ciencias de la gestión. Dentro de esta atmósfera se inserta la teoría del control óptimo al servicio de la gestión de la unidad económica.

Una vez determinado el óptimo sobre la base de la teoría del control óptimo, nuestro estudio se enfocara en el análisis de la teoría de cartera la cual no es sino un problema de toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre.

1.4. TEORÍA DE CARTERAS Y TOMA DE DECISIONES EN INCERTIDUMBRE.

Se tomará a la empresa como una cartera de activos y pasivos riesgosos. El aspecto fundamental consiste en la manera en que un administrador seleccione la mejor combinación de riesgo y rendimiento para maximizar la riqueza de los accionistas.

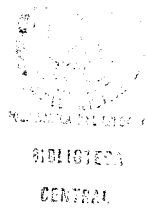
Se empezará con una revisión de la media y varianza como medidas del rendimiento y riesgo de activos riesgosos respectivamente; se medirá también la influencia de la diversificación de la cartera, lo que nos llevara a analizar Iris combinaciones de activos, en forma de carteras, que proporcionen un conjunto de oportunidades de inversión para los inversionistas. Dadas estas oportunidades, observaremos la forma en que eligen los inversionistas que tienen o no la aversión al riesgo.

Si conocemos el riesgo y el rendimiento de los objetos de elección (carteras) y la forma en que los inversionistas hacen sus elecciones (la teoría de la elección), entonces podemos describir las elecciones óptimas de la cartera

El desarrollo de modelos para la teoría de carteras nos dirigen hacia modelos de carácter cuadráticos, los cuales nos brindan soluciones enmarcadas dentro de la teoría de la programación cuadrática.

La elección de la cartera óptima será manejada con transacciones de carácter bursátil (transacciones en las bolsas de valores), para lo cual tendremos que

involucrarnos en los aspectos más importantes concernientes a este organismo, que lo particularizaremos, tomando a la Bolsa de Valores de Guayaquil, la misma que será el foco de atención para la aplicación de la selección de la cartera óptima.



Capítulo II

INVERSIONES DENTRO DE LA BOLSA DE VALORES.

2.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se analizará la forma de negociar los diferentes títulos tanto de renta fija como de renta variable en la Bolsa de Valores, dando algunos consejos que el inversionista podrá tener en cuenta al momento de decidirse por alguna inversión. Para esto cabe indicar que es importante conocer de antemano el entorno que brinda una Bolsa de Valores, es decir todos aquellos requisitos, facilidades y beneficios de los cuales se ve afectado el inversionista.

2.2. LA BOLSA DE VALORES DE GUAYAQUIL.

2.2.1. ¿QUÉ ES?

De acuerdo a los objetivos de su creación, la Bolsa de Valores de Guayaquil (B. V. G.) constituye un eficiente mecanismo para viabilizar la transferencia del ahorro de largo y mediano plazo hacia los proyectos de inversión públicos y privados. Con ello promueve de manera permanente el desarrollo del país, siempre en un marco de transparencia y seguridad en el cumplimiento de las transacciones.

En cuanto servicios para el inversionista, la B.V.G. cuenta con mecanismos de alta tecnología que permiten obtener mejores precios, procurando siempre mantener un mercado altamente competitivo, ágil, ordenado y transparente. Asimismo, garantiza el cumplimiento de sus políticas y normas.

Además, la B. V. G. ha diseñado mecanismos dirigidos a proteger al inversionista, de modo que la negociación de valores se efectúe de manera justa y eficiente. Entre los principales se encuentra el fondo de garantía para el cumplimiento de transacciones, código general de conducta para los miembros de la B. V.G., interrupción transitoria de las negociaciones y suspensión de cotizaciones ante cambios bruscos en el mercado.

Por otro lado, la Ley de Mercado de Valores contempla múltiples incentivos tributarios, tanto para el inversionista como para las empresas emisoras, los cuales añaden un atractivo adicional a la inversión bursátil.

Por su parte, las empresas emisoras de la B.V.G. cuentan con un acceso más amplio, económico y eficiente a capitales frescos, reduciendo así sus costos financieros y potenciando su capacidad de expansión. También estas empresas tienen asegurada la liquidez de sus títulos, ya que el mercado bursátil confiere a los inversores la posibilidad de comprar y/o vender un título sin mayor demora y sin que dicho acto modifique significativamente el precio vigente.

2.2.2. LAS CASAS DE VALORES.

2.2.2.1. FORMAS DE NEGOCIACIÓN

Los únicos entes que pueden realizar todas diferentes transacciones dentro de la Bolsa de Valores son las Casas de Valores.

Las Casas de Valores son sociedades anónimas establecidas con el propósito de intermediar valores en el mercado bursátil, y están sujetas a la autorización y control de la Superintendencia de Compañías.

2.2.2.2. REQUISITOS PARA OPERAR EN LA BOLSA DE VALORES DE GUAYAQUIL.

- *Constituirse como Sociedad Anónima.*
- *Adquirir una cuota patrimonial en la Bolsa de Valores de Guayaquil.*
- *Obtener el certificado de autorización del Superintendente de Compañías.*
- *Estar inscritas en el Registro de Mercado de Valores.*

2.2.2.3. FACULTADES Y OBLIGACIONES DE LAS CASAS DE VALORES.

- *Operar de acuerdo con las instrucciones de sus comitentes.*
- *Administración de portafolios de valores o dinero de terceros.*
- *Adquisición y enajenación de valores de cartera propia, únicamente en valores y documentos inscritos en el Registro de Mercado de Valores.*
- *Realización de operaciones de colocación primaria de valores.*
- *Asesoramiento e información en materia de finanzas y valores.*
- *Explotar su tecnología, sus servicios de información y procesamiento de datos y otros relacionados con su actividad.*
- *Anticipar fondos a sus comitentes para ejecutar ordenes de compra de valores inscritos en el Registro de Mercado de Valores.*
- *Participación en otras compañías.*
- *Deber de información a sus comitentes sobre los valores que circulan en el mercado.*
- *Sigilo bursátil en lo concerniente a las negociaciones realizadas, así como de los nombres de sus comitentes.*

2.2.2.4. PROHIBICIONES DE LAS CASAS DE VALORES

- *Realizar negociaciones privadas con valores inscritos en el Registro de Mercado de Valores.*
- *Efectuar operaciones en el mercado extrabursátil con valores inscritos en las Bolsas de Valores.*
- *Realizar actos o efectuar operaciones ficticias o que tengan por objeto manipular o fijar artificialmente precios o cotizaciones; sin perjuicio de lo*

cual, las casas de valores podrán efectuar actividades de estabilización de precios únicamente durante una oferta pública de valores y de acuerdo con las normas aplicables.

- *Garantizar rendimientos o asumir pérdidas de sus comitentes.*
- *Divulgar directa o indirectamente información falsa, tendenciosa, imprecisa o privilegiada.*
- *Recibir depósitos del público.*
- *Participar como accionista de otra Casa de Valores, o como socio o accionista de una compañía calificadora de riesgo.*

22.3. ¿POR QUÉ INVERTIR EN BOLSAS DE VALORES?

Porque a más de servir como organismo rector de todas las transacciones bursátiles, nos brinda otras ventajas, como las que se mencionará a continuación:

2.2.3.1. TRATAMIENTO FISCAL BURSÁTIL.

La Ley de Mercado de Valores, la Ley de Régimen Interno y sus Normas Complementarias con el objetivo de impulsar el desarrollo del mercado bursátil, establecen beneficios tributarios sobre las negociaciones bursátiles.

2.2.3.1.1. EXONERACIONES TRIBUTARIAS.

- *Las ganancias de capital, utilidades y rendimientos distribuidos por los fondos de inversión.*

- *Las ganancias originadas por las transferencias ocasionales de acciones, derechos de preferencia y obligaciones, con la condición que las respectivas transacciones se efectúen a través de las Bolsas de Valores.*
- *Los intereses que generen las obligaciones emitidas a plazos mayores de un año por las compañías con sujeción a la Ley de Mercado de Valores con la condición que las respectivas transacciones se efectúen a través de las Bolsas de Valores.*
- *Los intereses que generen los títulos de valores emitidos por el Gobierno Nacional y las entidades del Sector Público.*
- *Las ganancias habituales por la venta de participaciones y acciones no estarán gravadas por el impuesto del 8% y formaran parte de la renta global del contribuyente.*

2.2.3.1.2. DEDUCCIONES TRIBUTARIAS.

- *El 50% del valor pagado durante el ejercicio fiscal por adquisición primaria de acciones objeto de oferta pública; estas acciones no podrán transferirse en un lapso de 6 meses desde su adquisición. Las deducciones no podrán exceder del 50 % de la base imponible de cada ejercicio, siendo factible deducir el saldo no utilizado en ejercicios anteriores hasta un lapso de 5 años.*
- *La variación del valor en suces del capital de las obligaciones contratadas en una unidad de valor constante.*
- *El 50% de la emisión de acciones objeto de colocación primaria a través de las Bolsas de Valores, con lo cual la compañía que emite las acciones*

no puede reducir su capital en 5 años. Válido hasta el año 2000 inclusive; estas deducciones no podrán exceder del 50% de la base imponible de cada ejercicio, siendo factible deducir el saldo no utilizado en ejercicios anteriores hasta un lapso de 5 años.

2.2.3.1.3. NEGOCIACIONES GRAVABLES.

- *Solo se gravaran con el 8% los ingresos por concepto de intereses, descuentos y cualquier clase de rendimientos financieros de documentos emitidos por instituciones bancarias, financieras, de intermediación financiera y personas jurídicas que no pertenezcan al sector financiero. Las personas naturales podrán deducir el componente inflacionario a tales rendimientos.*

22.4. MECANISMOS DE NEGOCIACIÓN.

*Los valores inscritos en la Bolsa de Valores de Guayaquil son negociados por medio del tradicional mecanismo centralizado de negociación de valores, Rueda Continua de Bolsa, donde las posturas de oferta y demanda pueden ser manifestadas a través de la Rueda de Viva Voz v/o Sistema Electrónico Bursátil, de manera que puedan ser consideradas como **1 1 1 1** solo mercado.*

La Rueda Continua de Bolsa permite que las posturas sean ordenadas según criterios de precio y tiempo de introducción. Si existe contrapartida al precio fijado en la postura, la orden se ejecuta automáticamente. Si no se ejecuta, se

mantiene hasta que encuentre contrapartida o hasta el final de la rueda del día, lo que ocurra primero.

2.2.4.1. TIPOS DE OPERACIÓN.

En la Bolsa de Valores de Guayaquil los inversionistas podrán realizar sus negociaciones bursátiles a través de diferentes modalidades de operación, de esta manera podrán escoger la que mejor se ajuste a sus condiciones de inversión y financiamiento.

En cuanto a su cumplimiento las operaciones pueden ser:

- *Fecha Valor De Hoy. Denominadas también "A la vista". Se liquidan el mismo día de la negociación.*
- *Contado. Serán cumplidas solamente en el termino de tres días hábiles bursátiles.*
- *A Plazo. Se liquidan en un plazo mayor a cinco días hábiles y no pueden ser diferidas a más de 360 días calendario.*

2.3. TIPOS DE TÍTULOS

Existen dos tipos de títulos que se negocian en las Bolsas de Valores:

- 1. Títulos de Renta Variable*
- 2. Títulos de Renta Fija*

2.3.1. TÍTULOS DE RENTA VARIABLE.

Los títulos de renta variable están representados principalmente por las “acciones” de las empresas, y de estas “acciones” precisamente es que se va a enfocar el análisis, de manera que el inversionista tenga cierta noción de la inversión que realizaría si selecciona este tipo de títulos.

Como las “acciones” representan títulos de propiedad de alguna empresa consolidada en Sociedad Anónima, es importante conocer cuál es el comportamiento de la empresa de la que se pretende comprar participaciones.

2.3.1.1. ¿CÓMO ENTENDER EL COMPORTAMIENTO DE LAS EMPRESAS?

Como introducción tenemos que considerar en el caso de las acciones de las Compañías, que aquellas acciones que se comportan mejor en el largo plazo (diez o veinte años), generalmente logran cifras superiores de ganancias y una mejor situación financiera. Un inversionista individual podrá identificar más fácilmente una de estas empresas una vez domine los rendimientos del análisis de inversiones, para este fin, entonces se tendrá que interpretar de buena manera los estados financieros de las empresas. En la actualidad hay publicaciones especializadas que se encargan de transmitir este tipo de información a los inversionistas.

2.3.1.1.1. LOS ESTADOS FINANCIEROS.

El informe anual, publicado generalmente poco después de finalizado el año fiscal, es el mejor medio para empezar el análisis de una empresa. La sección financiera de este informe constituye la parte más reveladora de información requerida por el inversionista. Dicha sección contiene tres estados financieros:

- *Estado de Ingresos y Egresos*
- *Balance General*
- *Estado de Fuente y aplicación de Fondos*

A. Estado de Ingresos y Egresos.

Estos estados presentan los resultados de la Compañía durante el año. Muestra, en términos monetarios, las ventas, costos y utilidades de la empresa en los últimos doce meses en comparación con el año anterior.

B. Balance General.

Este estado presenta la situación financiera de la empresa al finalizar el año, indicando:

1. *Qué posee la empresa (activos tales como efectivo, inventarios, edificaciones, equipos, etc.).*
2. *Qué debe la empresa (pasivos tales como créditos bancarios y deudas a corto y largo plazo)*
3. *El “patrimonio de todos accionistas” el cual es la diferencia entre los activos y los pasivos.*

C. El Estado de Fuente y Aplicación de Fondos.

Este estado se describe mejor como un puente entre el Estado de Ingresos y Egresos y el Balance General. Explica exactamente cómo cambió la situación financiera de la empresa durante el periodo. En resumen, este estado financiero indica cómo se financió el crecimiento de la compañía durante el año (es decir, la "fuente" de donde provino el dinero y la "aplicación" que se le dio a éste).

2.3.1.1.2. CONCEPTOS BÁSICOS DE ANÁLISIS FINANCIEROS.

La forma más efectiva de analizar una empresa es estudiando sus resultados de sus últimos años y comparándolos con los de otras empresas bien manejadas, preferiblemente de la misma industria o que tengan las mismas características financieras. Las empresas y las industrias varían mucho. Una empresa de servicios de energía es diferente de un fabricante de computadoras o de una empresa de comidas rápidas. Sin embargo, cada empresa y su gerencia tienen una cosa en común con las demás: la obligación de lograr el mejor retorno posible sobre la inversión para los dueños del negocio (los accionistas)

Cuando una persona le compra a otra una acción, está adquiriendo una parte de la propiedad de una empresa y del patrimonio de ésta. Este patrimonio, que pertenece a los accionistas, se le ha confiado al gerente, quien tiene la obligación de invertir este dinero con prudencia, teniendo

en cuenta las oportunidades de negocios para la empresa, la experiencia y el grado de riesgo que los accionistas desean asumir.

Uno de los cálculos más importantes en el análisis de inversiones en papeles es el correspondiente a la “rentabilidad del patrimonio”. Este índice muestra la tasa de retorno sobre la inversión que los ejecutivos de la empresa han logrado en relación con el capital que se les ha confiado. Una rentabilidad inferior al 8% generalmente se considera poco satisfactoria. Este índice se obtiene de dividir la cifra de utilidad neta (ubicada en el estado de Ingresos y Egresos) por la cifra de patrimonio (ubicada en el Balance General).

Otro cálculo importante es la “tasa de retención de utilidades”, o, dicho en otras palabras, el porcentaje de utilidades netas que se reinvierten en el negocio en vez de distribuirlos como dividendos. La tasa de retención se calcula tomando del Estado de Fuente y Aplicación de Fondos la cantidad de utilidad neta reinvertida en el negocio (utilidad menos dividendos) y dividiéndola para la cifra de utilidad neta. También se puede calcular este índice, pero utilizando de la misma manera las cifras de utilidades por acción y dividendos por acción.

De una empresa que crece debido solamente a la reinversión de utilidades en el negocio, se dice que se autofinancia. En términos generales, las empresas de mayor éxito actualmente son las que se autofinancian, lo cual puede ser especialmente importante durante épocas de inflación.

Tanto la “rentabilidad del patrimonio” como la “tasa de retención de utilidades” son muy importantes para el analista debido a que proporcionan información sobre la “tasa de potencial de crecimiento interno de las utilidades (los analistas se refieren a este potencial de crecimiento como “tasa de rendimiento de utilidades retenidas”). Una empresa solamente puede crecer en una de estas dos formas:

1. Reinvertiendo las utilidades en el negocio.
2. Obteniendo nuevos créditos o nuevo capital de fuentes externas a la empresa.

La tasa de rendimiento de las utilidades retenidas simplemente es el resultado de multiplicar la rentabilidad del patrimonio por la tasa de retención de utilidades.

$$\begin{array}{c} \text{Tasa de} \\ \text{Rendimiento} \\ \text{de} \\ \text{Utilidades} \end{array} = \begin{array}{c} \text{Rentabilidad} \\ \text{del} \\ \text{Patrimonio} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{Tasa de} \\ \text{Retención de} \\ \text{Utilidades} \end{array}$$

Podemos ver en la fórmula que una empresa puede mejorar su tasa de rendimiento de las utilidades retenidas ya sea incrementando la rentabilidad del patrimonio o ampliando la tasa de retención de utilidades o una combinación de ambas.

La tasa de retención de utilidades se ve afectada directamente por la política de dividendos de la empresa y puede ajustarse a voluntad de la gerencia, mientras que una mejoría en la rentabilidad del patrimonio es una tarea más compleja.

A veces, la fórmula puede conducir a conclusiones erróneas. Por ejemplo, una empresa de baja calidad puede lograr una alta rentabilidad del patrimonio simplemente mostrando una utilidad con una cifra baja del patrimonio (tal vez el resultado de muchos años de bajas utilidades. Por esta razón, también se recomienda calcular la "rentabilidad del activo total" (utilidad neta dividida para el activo total). Cuando los dos índices, la rentabilidad del patrimonio y al rentabilidad del activo, son altos, la tasa de rendimiento de las utilidades retenidas puede utilizarse con mayor confianza.

Otros cálculos estadísticos pueden utilizarse para analizar las empresas entre los cuales citamos:

1. **Indicadores de Liquidez.**

$$\text{Índice 1.1} = \frac{\text{Fondos Disponibles}}{\text{Depósitos a la Vista}}$$

Con este índice se puede evaluar la disponibilidad de fondos en las entidades bancarias y su correcto financiamiento. Indica el porcentaje de captaciones que se pueden cubrir inmediatamente.

$$\text{Índice 1.2} = \frac{\text{Activos Corrientes - Inventario}}{\text{Pasivos Corrientes}}$$

Con este índice también denominado Razón Ácida, se puede evaluar la capacidad de una empresa para responder a sus obligaciones corrientes en el corto plazo. Una razón de 1 se puede considerar aceptable.

2. Indicadores de Capacidad Patrimonial

$$\text{Índice 2.1} = \frac{\text{Pasivo}}{\text{Patrimonio}}$$

Este índice da la proporción de obligaciones financiadas por los dueños de la compañía.

$$\text{Índice 2.2} = \frac{\text{Activo}}{\text{Patrimonio}}$$

Este índice da la proporción de activos financiados por los dueños de la compañía.

3. Indicadores de Rentabilidad.

$$\text{Índice 3.1} = \frac{\text{Utilidad Netu}}{\text{Patrimonio}}$$

Este índice muestra el porcentaje de utilidad que la compañía ha ganado sobre el capital invertido por los dueños, y permite hacer comparaciones con otros períodos (o con el de otras compañías).

$$\text{Índice 3.2} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Activo Total}}$$

Este índice muestra el porcentaje de utilidad que la compañía ha ganado sobre la cantidad de activos totales. Es decir, mide la rentabilidad que producen los activos.

$$\text{Índice 3.3} = \frac{\text{Utilidad Operativa}}{\text{Ventas}}$$

Este índice se lo denomina *margen de utilidad operativa* y le indica a un inversionista cuán rentable es para la empresa la fabricación y venta de los productos. Un margen de utilidad operativa inferior a 8% generalmente se considera inaceptable para las empresas industriales.

4. Indicadores de Eficiencia.

$$\text{Eficiencia Financiera} = \frac{\text{Activos Productivos}}{\text{Pasivos con Costo}}$$

Este índice muestra el porcentaje de pasivos con costo que destinan a activos productivos.

$$\text{Eficiencia Operativa} = \frac{\text{Costo de Ventas}}{\text{Inventario Promedio}}$$

Este índice, denominado también *Rotación de Inventarios* muestra el número de veces que se ha vendido el inventario total en un año.

5. Indicadores de Calidad de Activos.

$$\text{Índice 5.1} = \frac{\text{Activos Productivos}}{\text{Activo Total}}$$

Este índice muestra el porcentaje de los activos que generan rentabilidad.

6. Indicadores de Riesgo Crediticio.

$$\text{Índice 6.1} = \frac{\text{Cartera Vencida}}{\text{Cartera Total}}$$

Este índice muestra el porcentaje de morosidad de la cartera actual.

7. Utilidades por acción.

La cifra de utilidades por acción es probablemente, de todas las estadísticas de la empresa, la que controla más $t \quad t \quad ?$ cerca la comunidad financiera.

Puede calcularse de dos maneras:

$$\text{Utilidades por Acción} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{No. de acciones en circulación}}$$

$$\begin{array}{ccccc} \text{Utilidades} & & \text{Rentabilidad} & & \text{Valor en} \\ \text{por} & & \text{del} & \times & \text{libros de la} \\ \text{acción} & = & \text{Patrimonio} & & \text{acción} \end{array}$$

2.3.1.3.3. OTROS CONCEPTOS ANALÍTICOS.

No se le puede dar un énfasis exagerado al hecho de que las empresas logren un retorno alto sobre la inversión. Las ventas deben aumentar en medida en que el dinero adicional se invierte en la empresa (ya sea como capital nuevo o como utilidades retenidas). El incremento de las ventas es importante; pero tiene poco sentido si cada sucre adicional de ventas no produce una utilidad que justifique una nueva inversión. Por estas razones un inversionista debe analizar la tendencia de las ventas, los márgenes de utilidad $t \quad t \quad ?$ la rentabilidad del patrimonio.

El aumento o reducción de las ventas puede ocurrir en una de las tres siguientes formas que deben de tenerse bien en cuenta:

1. Aumento o reducción del número de unidades vendidas.
2. Mayores o menores precios de venta por unidad.

3. *si los productos de la empresa se venden en el extranjero, se presenta un incremento o reducción en el valor de las monedas en relación con el sucre.*

Otro método efectivo para medir el progreso de ventas de la empresa es estar atentos a una tendencia en la "rotación del patrimonio".

$$\text{Rotación del Patrimonio} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Promedio del Patrimonio}}$$

El cual generalmente refleja el tipo de negocio en el que se encuentra la empresa. Como regla general, las compañías con márgenes de utilidad altos tienen una baja rotación del patrimonio mientras que las empresas con bajos márgenes de utilidad generalmente tienen una rotación del patrimonio más alta. Una tendencia hacia arriba o hacia abajo puede ser importante.

El crecimiento de las ventas pierde su significado si no se traduce en utilidades. La utilidad neta, por supuesto, es de importancia fundamental para el incremento del patrimonio de los accionistas. Cuando las ventas avanzan más rápidamente que los costos y los gastos, los márgenes de utilidad se expanden y viceversa.

2.3.1.2. **¿CÓMO LEER LAS PÁGINAS FINANCIERAS?**

Leer la sección financiera de un periódico es muy similar a ver un partido de fútbol, el cual no tiene mucho sentido si menos que se conozcan las

reglas del juego, se entiendan los objetivos y se puedan identificar ciertos jugadores. Algunos lectores pueden desistir aún antes de comenzar a leer, desanimados por los gráficos que parecen ser columnas interminables de números sin sentidos y gráficos igualmente incomprensibles. Sin embargo, aunque parezcan confusas, las páginas financieras no son difíciles de entender.

2.3.1.2.1. ¿QUÉ SON LOS ÍNDICES BURSÁTILES?

Los números índices son las herramientas estadísticas que nos permiten medir el cambio relativo que experimenta una variable durante un determinado período, es decir la variación en precio, cantidad o valor entre algún punto anterior en el tiempo (período base) y un período dado (usualmente el actual).

El uso cotidiano de este instrumento hace necesario entender correctamente su significado, sus limitaciones y su valiosa contribución como barómetros de la actividad económica y financiera. Conocer la evolución de ciertas variables económicas es indispensable para cualquier inversionista, pero no se debe olvidar que se trata de un indicador cuya intención es reflejar la conducta que estas variables siguen de manera aproximada, es decir presentan una tendencia mas no, una medición exacta.

El objetivo de los índices bursátiles ha sido tradicionalmente reflejar la evolución en el tiempo de los títulos negociados en Bolsa. Debido a la gran diversidad de valores que existen y que son transados en ella (acciones,

bonos pagarés, etc.) son varios los índices que podrían calcularse, pero los más importantes son *si* 17 *duda los que se refieren t i* los precios de las acciones.

A. EL BVG INDEX.

Es un índice que permite conocer la evolución diaria del precio y de este modo el rendimiento obtenido p o r la variación en los precios de las acciones que se cotizan y se negocian en nuestro medio, permitiendo de esta manera observar la influencia que tienen ciertos hechos tanto económicos como políticos, nacionales e internacionales sobre las empresas más importantes del país y por ende sobre la economía.

Para el cálculo del BVG INDEX se ha escogido una cartera compuesta por nueve instituciones, las mismas que fueron escogidas en base t i criterios como: *Presencia Bursátil, Volúmen de Negociación y Capitalización Bursátil.* Las instituciones integrantes de la cartera se renuevan semestralmente.

B. EL ÍNDICE IRECU- BVG.

Es un índice u nivel nacional que se ajusta por los movimientos de capital y por la entrega de movimientos en efectivo. Este índice también surge de una cartera tic 9 instituciones seleccionadas por indicadores internos.

C. El ÍNDICE IPECU- BVG.

Es un índice de precios del mercado accionario ecuatoriano, que refleja la evolución del mismo y se ajusta con los movimientos del capital. Utiliza la misma canasta de empresas del IRECU- BVG.

D. El ÍNDICE PRECIO/UTILIDAD (P/U).

Este índice mide la relación entre el precio actual de la acción y las utilidades de la empresa por acción. El precio actual de la acción se toma del precio de cierre de la acción. Es importante anotar que este índice P/U fluctuará cada que el precio de la acción (o de las utilidades por acción) suba o baje.

2.3.1.3. DIVIDENDOS Y PARTICIÓN DE ACCIONES.

La Junta Directiva de una empresa es la encargada de decidir si se van a repartir las utilidades, si así se hace deberá hacer entre los accionistas como dividendo en efectivo. Si se “decreta” un dividendo, los miembros de la junta fijarán también una “fecha de pago”, lo que significa que los accionistas inscritos hasta esa fecha tienen derecho al dividendo. Cualquier persona que compre acciones después de esta fecha tendrá que esperar hasta cuando se decreten nuevos dividendos para poder recibirlos. Como consecuencia, el precio de la acción en el mercado, al día siguiente de la fecha del pago del dividendo, se reduce en una cantidad igual a éste, en otras palabras, la acción se negocia “ex -dividendo” después de esa fecha (corrección del precio de la acción).

Cuando las utilidades de la empresa se incrementan, los miembros de la junta pueden elevar la tasa normal de dividendos o, tal vez, decretar un "dividendo extraordinario", este término no debe confundirse con el de "ex-dividendo". Por otra parte, si la tendencia de las utilidades de la empresa es desfavorable, el dividendo puede reducirse u omitirse por completo.

Algunas veces, los miembros de la junta directiva desean conservar el efectivo en la empresa, pero al mismo tiempo recompensar a los accionistas. En este caso se puede decretar un "dividendo en acciones", que significa que el porcentaje de dividendo correspondiente a cada accionista se lo adjudica en forma de acciones, incrementándoles su número.

En relación a la Partición de Acciones, se explicará mejor con un ejemplo. Tomemos una empresa X que tiene 2.000.000 de acciones en circulación y los miembros de la junta decretan una partición de acciones de 2 por 1, habrá entonces en circulación 4.000.000 de acciones o sea dos veces las que había antes de la partición. Si el precio de la acción era de 1000 sucres antes de la partición, éste será después de 500 sucres. Al mismo tiempo, la cifra de utilidades por acción también se ha reducido a la mitad. Un accionista que posea 100 acciones antes de la partición, por supuesto, poseerá 200 después de ésta; pero el valor total será el mismo.

Sin embargo, existen algunos especialistas que afirman que las acciones de menor precio se vuelven más "fáciles de mercadear" o más atractivas para

el público inversionista. Hasta cierto punto, esto es cierto. Especialmente por razones psicológicas, algunos inversionistas prefieren realizar inversiones en lotes de 1 00 acciones, llamados "lotes completos" más que cualquier cantidad menor a 1 00 acciones. Es creencia generalizada que 3 000 acciones de 500 sucres cada una se valorizarán más rápidamente que 1 0 0 0 acciones de 1500 sucres. Aunque es cierto que las acciones de menor precio generalmente son más volátiles, el progreso de las utilidades de la empresa representa una influencia mucho más importante en el valor futuro de la acción.

Los inversionistas sin experiencia pueden verse engañados por la división de acciones, o si a eso vamos, por las acciones de bajo precio en general. Se debe tener en cuenta que las acciones de precio alto con frecuencia corresponden a empresas fuertes de la industria.

Ordinariamente cuando una empresa (en especial una empresa importante), anuncia una partición de acciones, los periódicos informan todos los detalles necesarios. Rara vez pasa desapercibida una partición de acciones ya que existe un período de transición de algunas semanas entre el momento en que se negocian las acciones viejas y se comienzan a negociar las nuevas ya divididas. Durante este período, la acción dividida se negocia sobre la base de "cuando sea emitida", lo cual significa que las acciones han sido autorizadas por la empresa pero aún no han sido emitidas o enviadas.

2.3.2. TÍTULOS DE RENTA FIJA.

Los títulos de Renta Fija son instrumentos financieros que constituyen una de las formas de endeudamiento que pueden utilizar tanto el Estado como las empresas privadas para financiarse. Su rendimiento está determinado por la tasa de interés fija o reajutable que otorga el emisor, así como por la tasa a la cual se descuenta el título fijada por las condiciones de mercado.

La tasa de interés que un inversionista espera obtener sobre una inversión es llamada rendimiento requerido, el cual está relacionado con el retorno que el inversionista podría obtener colocando su dinero en otro papel de las mismas características intrínsecas

Para efectos de valorizar papeles financieros, la Bolsa de Valores de Guayaquil utiliza mecanismos de cálculos estandarizados que permiten obtener rendimientos homogéneos y comparables, fundamentales para garantizar procedimientos de negociación en igualdad de condiciones y oportunidades.

Los títulos de valores de renta fija o simplemente de papeles de renta fija se los puede dividir de acuerdo al sector de donde proviene el respectivo emisor, ya sea, del Sector Público o del Sector Privado.

2.3.2.1. TÍTULOS DEL SECTOR PRIVADO.

Son los títulos emitidos por compañías y entidades del Sector Privado financiero y no financiero, tales como bancos, sociedades financieras, compañías anónimas, limitadas y de economía mixta. etc.:

- *Aceptaciones Bancarias*
- *Aval Bancario*
- *Bonos de Prenda*
- *Cédulas Hipotecarias*
- *Certificado de Arrendamiento Mercantil*
- *Certificado de Arrendamiento Mercantil Inmobiliario*
- *Certificado de Depósito a Plazo*
- *Letras de Cambio*
- *Pagaré Bancario*
- *Obligaciones*
- *Obligaciones convertibles en Acciones*
- *Obligaciones Especiales*
- *Valores Emitidos por Procesos de Titularización.*

AL. ACEPTACIONES BANCARIAS.

Son títulos cuya modalidad de operación se realiza mediante letras de cambio o pagarés girados por los clientes de un banco o sociedad financiera y aceptados por éste.

El origen de los giros o letras de cambio librados contra el banco o sociedad financiera puede darse por transacciones relativas a la producción, transporte interior, importación exportación de mercaderías. Al momento de la aceptación se deberá hacer entrega de los documentos que transfieran o aseguren la propiedad.

Características del papel:

Emisor	<i>Bancos y Sociedades Financieras.</i>
Moneda	<i>Sucres y dólares americanos.</i>
Rendimiento	<i>En función de la tasa anual simple determinada por el descuento entre el valor al vencimiento y el valor negociado.</i>
Amortización	<i>Vencimiento.</i>
Plazo	<i>A corto plazo.</i>

A2. AVAL BANCARIO.

El aval es una forma de garantizar el pago de una letra de cambio o pagaré, la cual puede ser presentada por un tercero o por un signatario cualquiera de la letra. El girador del aval quedará obligado en la misma forma que la persona de quién se constituya garante.

Características del papel:

Emisor	<i>Bancos y Sociedades Financieras.</i>
Moneda	<i>Sucres y dólares americanos.</i>
Rendimiento	<i>En función de la tasa anual simple determinada por el descuento entre el valor al vencimiento y el valor negociado.</i>
Amortización	<i>Vencimiento.</i>
Plazo	<i>A corto plazo.</i>

A3. BONOS DE PRENDA.

Son títulos emitidos de crédito a plazo que otorgan a su poseedor una garantía prendaria. Los intereses que devenguen los bonos de prenda se pagarán periódicamente utilizando el sistema de cupones. Los bonos no devengarán intereses a partir de la fecha en que hubieren resultado sorteados.

Características del papel:

Emisor	<i>Bancos y Sociedades Financieras.</i>
Moneda	<i>Sucres, UVC y dólares americanos.</i>
Garantía	<i>Los bienes constituidos en prenda que afianzan los préstamos correspondientes a la respectiva emisión.</i>
Rendimiento	<i>Tasa de interés de libre contratación.</i>
Rendimiento de mercado	<i>Pueden ser negociados a la par, con descuento o con premio.</i>
Amortización	<i>Se pagarán por dividendos periódicos vencidos.</i>
Plazo	<i>Hasta 5 años.</i>

A4. CÉDULAS HIPOTECARIAS.

Son títulos emitidos al portador que tienen por objeto captar recursos para financiar la actividad de la construcción y otorgan al poseedor del mismo una garantía real; generan una tasa de interés pagadera por períodos. Dejarán de ganar intereses desde la fecha del vencimiento.

Características del papel:

Emisor	<i>Bancos y Sociedades Financieras.</i>
Moneda	<i>Sucres, UVC y dólares americanos.</i>
Garantía	<i>Capital y reservas del banco y por el conjunto de los predios hipotecados a favor del banco.</i>
Rendimiento	<i>Tasa de interés de <small>LIBRO</small> contratación.</i>
Rendimiento de mercado	<i>Pueden ser negociados a la par, con descuento o con premio.</i>
Amortización	<i>Dentro del plazo estipulado.</i>
Plazo	<i>Hasta 50 años.</i>

A5. CERTIFICADO DE ARRENDAMIENTO MERCANTIL.

Son instrumentos de captación de recursos que crean una obligación de dinero, pura, líquida y determinada, a cargo de la entidad emisora y a favor del beneficiario o del legítimo tenedor del título. Las compañías de leasing están para emitir certificados de arrendamiento mercantil, con el fin de obtener recursos para su actividad.

Características del papel:

Emisor	<i>Compañías de arrendamiento mercantil.</i>
Moneda	<i>Sucres.</i>
Rendimiento	<i>Tasa de interés de libre contratación y podrá ser reajutable. Los intereses pueden devengarse al vencimiento, por períodos vencidos, iguales y sucesivos, libremente pactados.</i>
Rendimiento de mercado	<i>En función de la tasa anual simple determinada por el descuento entre el valor al vencimiento y el valor negociado.</i>
Amortización	<i>Al vencimiento.</i>
Plazo	<i>Se expedirán a plazos no inferiores a 30 días.</i>

A6. CERTIFICADO DE ARRENDAMIENTO MERCANTIL**INMOBILIARIOS.**

Los certificados de arrendamiento mercantil inmobiliarios son emitidos para el financiamiento de soluciones habitacionales de interés social cuyo valor no exceda a 10000 UVCs. Los certificados de arrendamiento mercantil inmobiliarios comparten las características mencionadas en la tabla de certificados de arrendamiento mercantil a excepción del plazo.

Plazo	<i>Los plazos no pueden ser inferiores a un año.</i>
--------------	--

A7. CERTIFICADO DE DEPÓSITO A PLAZO.

Recibo negociable o transferible pagadero al depositante por el valor de los fondos depositados en un banco. Son obligaciones financieras exigibles al vencimiento de un periodo no menor de 30 días, libremente convenido por las partes. Pueden instrumentarse en un título valor, nominativo, a la orden o al portador. Pueden ser pagados antes del vencimiento del plazo, previo acuerdo entre el acreedor y el deudor.

Los títulos que poseen estas características tienen las siguientes denominaciones en el mercado:

- *Certificado de Depósito*
- *Certificado de Depósito a Plazo*
- *Certificado de Depósito a Plazo Fijo*
- *Depósito a Plazo*
- *Depósito a Plazo Mayor.*

Características del papel:

Emisor	<i>Bancos y Sociedades Financieras.</i>
Moneda	<i>Sucres y dólares americanos.</i>
Rendimiento	<i>Tasa de interés pactada. Generalmente el pago de intereses se realiza a su vencimiento, pueden pagarse por períodos vencidos..</i>
Rendimiento de mercado	<i>En función de la tasa anual simple determinada por el descuento entre el valor al vencimiento y el valor negociado.</i>
Amortización	<i>Al vencimiento.</i>
Plazo	<i>Entre 30 días y un año.</i>

A8. CERTIFICADO DE DEPÓSITO A LA VISTA.

Son obligaciones bancarias exigibles en un plazo menor a 30 días. Podrán constituirse bajo diversas modalidades y mecanismos libremente pactados entre el depositante y el depositario.

Los títulos bajo estas características tienen las siguientes denominaciones en el mercado:

- *Certificado de Ahorro*
- *Certificado de Ahorro a la Vista*
- *Certificado de Depósito a la Vista*
- *Depósito de Ahorro*

- *Depósito a Plazo Menor.*

Los certificados de depósito a la vista comparten las características mencionadas en la tabla de certificados de depósito a plazo a excepción de:

Emisor	<i>Bancos.</i>
Plazo	<i>Menor de 30 días</i>

A9. LETRAS DE CAMBIO.

La letra de cambio constituye un título de crédito, mediante el cual el librado se compromete a pagar por un tercero, el librador o girador, el monto indicado en el documento a la persona cuyo nombre se emitió la letra, el beneficiario. Las letras de cambio pueden ser transmisibles por endoso y pueden estar garantizados por un aval.

Características del papel:

Emisor	<i>Bancos y Sociedades Financieras.</i>
Moneda	<i>Sucres y dólares americanos.</i>
Rendimiento	<i>En función de la tasa anual simple determinada por el descuento entre el valor al vencimiento y el valor negociado.</i>
Amortización	<i>Al vencimiento.</i>
Plazo	<i>A corto plazo.</i>

Alo. PAGARÉ BANCARIO.

Es un título de crédito mediante el cual se especifica una promesa de pago hecha por escrito y firmada por el deudor, quien se obliga a pagar una cantidad de dinero en un tiempo determinado, a la orden de otra persona. Se pueden estipular el pago de una tasa de interés, el mismo que se hará constar en el título respectivo.

Características del papel:

Emisor	Bancos y Sociedades Financieras
Moneda	Sucres, UVC y dólares americanos.
Rendimiento	En función de la tasa de interés fija o reajutable.
Rendimiento de mercado	En función de la tasa vencida determinada por el descuento entre el valor al vencimiento y el valor negociado.
Amortización	Al vencimiento
Plazo	A corto plazo

Al 1. OBLIGACIONES.

Son títulos emitidos por compañías legalmente facultadas con el objeto de captar recursos de mediano y largo plazo para financiar sus actividades productivas. Su rendimiento está dado por el interés que se señale en el respectivo título; sin embargo, pueden emitirse obligaciones cero cupón

cuyo rendimiento está determinado por el descuento pactado sobre el valor del título en el día de negociación.

Características del papel:

Emisor	<i>Compañía anónima, compañía de responsabilidad limitada, compañías de economía mixta. Del sector público pueden emitir la Corporación Financiera Nacional, sociedades o entidades financieras en las que participa el Estado</i>
Moneda	<i>Sucres, UVC y dólares americanos.</i>
Garantía	<i>General: todo el patrimonio o bienes del emisor que no estén afectados por una garantía específica. Específica: una prenda, hipoteca o fianza.</i>
Rendimiento	<i>Tasa de interés de t i b r o contratación, fija o reajutable. Para el caso de obligaciones cero cupón el rendimiento está en función de la tasa anual simple determinada por el descuento entre el valor al vencimiento y el valor negociado.</i>
Rendimiento de mercado	<i>Pueden ser negociados a la par, con descuento o con premio.</i>
Amortización	<i>Se redimirán al vencimiento del plazo o anticipadamente mediante sorteo o cualquier otro sistema.</i>

A12. OBLIGACIONES CONVERTIBLES EN ACCIONES.

Este tipo de papeles dan derecho a su titular o tenedor para exigir alternativamente que la compañía lo pague el valor de dichas obligaciones, conforme a las disposiciones generales o que las convierta en acciones. La conversión puede efectuarse en época o fechas determinadas o en cualquier tiempo a partir de la suscripción, o desde cierta fecha o plazo.

Las obligaciones convertibles en acciones comparten las características mencionadas en la tabla de obligaciones.

A13. OBLIGACIONES ESPECIALES O PAPEL COMERCIAL.

Las compañías emisoras inscritas en el Registro del Mercado de Valores podrán emitir obligaciones de corto plazo con garantía general, también denominado papel comercial con plazo inferior a 360 días. Para colocación de estos valores se deberá contar con una calificación de riesgo.

Características del papel:

Emisor	<i>Compañías inscritas en el Registro de Mercado de Valores.</i>
Moneda	<i>Sucres y dólares americanos.</i>
Rendimiento	<i>En función del descuento sobre el valor nominal del documento y de la tasa de interés pactada.</i>
Amortización	<i>Al vencimiento</i>
Plazo	<i>Menor de 360 días.</i>

A14. VALORES EMITIDOS POR PROCESOS DE TITULARIZACIÓN.

Los valores que se emitan como consecuencia de procesos de titularización (proceso mediante el cual se emiten valores susceptibles de ser colocados y negociados libremente en el mercado bursátil, emitidos con cargos a un patrimonio autónomo) pueden ser nominativos o a la orden.

Características del papel:

Entidad titularizadora	<i>Instituciones financieras y compañías de titularización autorizadas para actuar como fiduciarios de fideicomisos mercantiles.</i>
Activos susceptibles a titularizar	<i>Valores representativos de deuda pública. Valores inscritos en el Registro de Mercado de Valores. Cartera de crédito. Activos y proyectos inmobiliarios. Activos o proyectos susceptibles de generar flujos futuros determinables con base en estadísticas de los últimos 3 años o en proyecciones de por lo menos 3 años consecutivos, según corresponda.</i>
Plazo	<i>Largo plazo.</i>

2.3.2.2. TÍTULOS DEL SECTOR PÚBLICO.

Los títulos del sector público son los emitidos por el Estado (gobierno central) y las entidades del sector público:

- *Bonos de Conversión de Deuda Externa*
- *Bonos de Estabilización Monetaria*
- *Bonos del Estado*
- *Certificados de Tesorería*
- *Notas de Crédito Tributarias*
- *Bonos de Fomento*
- *Bonos Brady : (nombres no traducibles al castellano)*
 - *Par Bonds*
 - *Past Due Interest Bonds*
 - *Interest Equalization Bonds*
 - *Discount Bonds*

B1. BONOS DE CONVERSIÓN DE DEUDA EXTERNA.

Estos títulos fueron emitidos con la finalidad de financiar proyectos de carácter social, cultural, educacional, de protección ambiental, forestación, reforestación, de investigación agropecuaria, promoción turística y de capacitación especial, promovidos por entidades sin fines de lucro.

Los bonos que actualmente se negocian son aquellos que fueron emitidos hasta diciembre 31 de 1992 y que aún no han sido redimidos.

Características del papel:

Emisor	Banco Central del Ecuador.
Moneda	Dólar4s americanos.
Rendimiento	Interés de acuerdo a la tasa Libor pagaderos semestralmente.
Rendimiento de mercado	Pueden ser negociados a la / * 1 1 * . con descuento o con premio.
Amortización	Al vencimiento
Plazo	De uno a cinco años.

B2. BONOS DE ESTABILIZACIÓN MONETARIA (BEMS).

Son títulos emitidos por el Banco Central del Ecuador, al portador o nominativos, con la finalidad de regular la liquidez de la economía de conformidad con su programación monetaria y financiera. Los BEMS son aceptados en el sistema de encaje de 1 r i s instituciones financieras.

Se emiten semanalmente mediante subastas o minisubastas a través de la mesa de dinero del Banco Central. En el caso de subastas, el Banco Central publica sus ofertas los días lunes, se subastan 1 o s días miércoles y se pagan los días jueves.

No generan interés fijo, sino que su rendimiento está dado por el margen de descuento con el cual se realicen las negociaciones. A su vencimiento los BEMS son redimidos a la par en las oficinas del Banco Central del Ecuador.

Características del papel:

Emisor	Banco Central del Ecuador.
Moneda	Sucres.
Rendimiento	En función de la tasa anual simple determinada por el descuento entre el valor al vencimiento y el valor negociado.
Amortización	A su vencimiento, son redimidos a la par en las oficinas del Banco Central del Ecuador.
Plazo	De 90, 180 y 360 días.
Valor Nominal	Según lo determine el Banco Central.

B3. BONOS DEL ESTADO.

Son títulos emitidos por el Ejecutivo a través del Ministerio de Finanzas, cuya finalidad es la captación interna de recursos para financiar el déficit del presupuesto del Estado y proyectos específicos.

Características del papel:

Emisor	<i>Gobierno Central a través del Ministerio de Finanzas.</i>
Moneda	<i>Sucres, UVC y Dólares americanos.</i>
Rendimiento	<i>Determinado por la tasa de interés fija o reajutable.</i>
Rendimiento de mercado	<i>Pueden ser negociados a la par, con descuento o con premio.</i>
Amortización	<i>Al pago del valor nominal del bono se hará a la fecha de vencimiento o cuando resultare sorteado. La amortización como la redención de los bonos podrá ser realizada de manera periódica. Se fijará en cada emisión.</i>
Plazo	<i>Serán establecidos en el respectivo decreto ejecutivo de emisión.</i>

B4. CERTIFICADOS DE TESORERÍA.

Son títulos de corto plazo emitidos por el Ministerio de Finanzas, con la finalidad de captar recursos para financiar el déficit de la caja fiscal. No devengan intereses, su rendimiento está dado por el margen de descuento con el cual se realizan las negociaciones.

Características del papel:

Emisor	<i>Gobierno Central a través del Ministerio de Finanzas.</i>
Moneda	<i>Sucres y dólares americanos.</i>
Rendimiento	<i>En función de la tasa anual simple determinada por el descuento entre el valor al vencimiento y el valor negociado.</i>
Amortización	<i>Al vencimiento.</i>
Plazo	<i>A 91, 182 o 357 días.</i>

B5. NOTAS DE CRÉDITO TRIBUTARIAS.

Son títulos nominativos por medio de los cuales la Dirección General de Rentas reconoce que el pago de un impuesto se ha realizado indebidamente o en exceso y, por lo tanto, procede al reembolso de tal valor al contribuyente.

Este papel no tiene plazo de vencimiento y no devenga interés. Generalmente se utiliza en el año de emisión o en el siguiente ejercicio económico.

Caract místicas del papel:

Emisor	<i>Ministerio de Finanzas.</i>
Moneda	<i>Sucres</i>
Rendimiento	<i>A base del premio o el descuento con el cual es negociado.</i>
Plazo	<i>No tienen plazo de vencimiento.</i>

B6. BONOS DE FOMENTO.

Son emitidos con el objeto de financiar proyectos para el fomento de la producción agrícola, ganadera, forestal y pesquera. Son títulos al portador, no reivindicables.

Características del papel:

Emisor	<i>Banco Nacional de Fomento.</i>
Moneda	<i>Sucros, UVC y dólares americanos.</i>
Garantía	<i>Capital pagado, reservas y conjunto de préstamos vigentes otorgados con el mecanismo de fomento.</i>
Rendimiento	<i>La tasa de interés se acordará según disposiciones de la Junta Monetaria.</i>
Rendimiento de mercado	<i>Pueden ser negociados a la par, con descuento o con premio.</i>
Amortización	<i>Al vencimiento.</i>
Plazo	<i>Entre 5 y 10 años.</i>

B7. BONOS BRADY.

Son títulos de deuda soberana emitidos por países que renegociaron su deuda externa bajo el Plan Brady. Este plan fue anunciado en marzo de 1989 por el Secretario del tesoro de Estados Unidos de entonces, Nicholas Brady, como una estrategia para ayudar a los países afectados por la “crisis de la deuda”.

Con esta propuesta los países canjearon deuda vieja con tasas de interés flotantes por nuevos bonos, los cuales presentaban dos modalidades: reducción del monto del principal y tasas de interés flotantes, o igual monto del principal pero con tasas de interés fijas, por debajo del mercado y a plazos más largos.

La reestructuración de la deuda externa ecuatoriana requirió de cuatro clases de bonos:

- **Par Bonds.** *Bonos emitidos para canjear (a la par) capital de la deuda antigua del Ecuador.*
- **Past Due Interest Bonds.** *Bonos emitidos para canjear interés vencido de la deuda antigua del Ecuador (a la par).*
- **Interest Equalization Bonds.** *Bonos emitidos para canjear interés vencido de la deuda antigua del Ecuador (a la par).*
- **Discount Bonds.** *Bonos emitidos para canjear (con descuento del 45%) capital de la deuda antigua del Ecuador.*

2.3.2.3. INDICADORES DE RENTA FIJA.

Tenemos como indicadores de renta fija :

- *Curva de Rendimientos*
- *Índices de Renta Fija*
 - *Índice Global*
 - *Índice de Renta Fija para obligaciones del Sector No Financiero*
 - *Índice de Renta Fija para Papeles del Estado*

2.3.2.3.1. CURVA DE RENDIMIENTOS.

La valorización de portafolios es tarea común de los fondos de inversión y casas de valores. Ellos diariamente actualizan el valor de los títulos que conforman dichos portafolios, el cual para el caso de instrumentos de renta fija, varía desde la fecha de vencimiento.

El plazo que falta para el vencimiento, como característica intrínseca de los títulos, es de gran importancia al comparar los rendimientos que proporcionan los títulos de vencimiento.

Para obtener una referencia sobre el rendimiento de estos títulos, la Bolsa de valores de Guayaquil, ha aplicado un modelo que permite realizar estimaciones referenciales a tasas de rendimiento en todos los plazos para los títulos que fuera posible.

Para realizar dicho análisis, aplicamos el concepto de Curva de Rendimientos cuyo cálculo permite estimar la estructura temporal de las tasa de interés para activos financieros homogéneos (atendiendo a sus características intrínsecas), y observar la gama de rendimientos ofrecida por dichos activos teóricamente idénticos en todo, excepto en su plazo de maduración (vencimiento).

Entre sus características intrínsecas encontramos:

- *Maduración*
- *Riesgo*
- *Liquidez*
- *Tratamiento fiscal*
- *Amortización anticipada / canjeabilidad.*

El modelo utilizado es el diseñado por Stephen Bradley y Dwight Crane:

$$\ln (1+R) = B_0 + B_1 * P + B_2 * \ln P + e$$

Donde:

R = tasa de rendimiento promedio estimada

P = Plazo

e = inverso de logaritmo natural

La variable dependiente R corresponde a una variable exógena y la variable independiente, e corresponde a una variable endógena.

Para la aplicación del modelo Bradley y Crane se corre una regresión con las observaciones mensuales de las negociaciones efectuadas en papeles bancarios de corto plazo correspondiente a las negociaciones realizadas por los cinco primeros bancos, atendiendo al criterio de nivel de patrimonio. Además de estas negociaciones deberán ser agrupadas de acuerdo al plazo por vencer en cinco grupos: 1-30; 31-60; 61-90; 91-180 y 181-364 días.

2.3.2.3.2. **ÍNDICES DE RENTA FIJA.**

Un índice de Renta Fija es un indicador diario que ofrece parámetros t , i , e inversión y valoración a los diferentes agentes del mercado, pues permiten observar el costo del dinero en el tiempo. Se estiman con metodologías estadísticas que se ajustan a la calidad de las muestras, en función de las necesidades del mercado, y puede calcularse para el mercado en general o para cierto tipo de títulos específicos. La metodología aplicada para este tipo de indicadores es la de promedio geométrico ponderado.

Los índices de renta fija se determinan para seis plazos distintos : 0-29; 30-59; 60-89; 90-179; 180-359; 360 en adelante (días).

El cálculo del promedio geométrico ponderado es el resultado de la raíz n -ésima del producto de los n -rendimientos efectivos ponderado por el monto a negociar correspondiente.



Diariamente se calculan tres tipos de índices de Renta Fija clasificados por grupo de riesgo, por rango de plazos y por moneda:

A. Índice Global

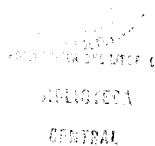
Este índice está conformado de papeles negociados por los cinco mayores bancos considerando el nivel de patrimonio. Los papeles que lo conforman son: certificados de depósito a plazo, certificados de depósito a la vista, letras, avales, pagarés, obligaciones del sector financiero, cédulas hipotecarias, bonos de prenda.

B. Índice de Renta Fija para obligaciones del Sector No Financiero.

Comprende aquellas obligaciones emitidas por el Sector No Financiero que mantengan una calificación de A o más.

C. Índice de Renta Fija para Papeles del Estado.

Incluye papeles emitidos por el Ministerio de Finanzas y el Banco Central, tales como: bonos del Estado, BEMSV y certificados de tesorería, exceptuando las notas de crédito tributario.



Capítulo III

TEORÍA DEL CONTROL ÓPTIMO.

3.1. INTRODUCCIÓN .

Los aspectos financieros se hallan en estrecha relación con cada una de las áreas de la empresa. Para que el ciclo económico o de explotación funcione correctamente es menester que, además de estar resueltos los problemas de producción y comercialización, haya un equilibrio dinámico entre las necesidades de la firma (el término firma se lo emplea a una empresa) y los recursos financieros de que esta dispone o pueda disponer.

El objeto de la gestión financiera es, precisamente, asegurar el citado equilibrio dinámico y, por ello, uno de los objetivos fundamentales de la misma es procurar que los ritmos de pagos y cobros se hallen sincronizados. Cuando dicha sincronización se rompe aparecen problemas: excedentes o déficits de tesorería. La gestión financiera, a través de la solución al problema de la

financiación, ha de proporcionar a la firma el efectivo que necesite, cuando lo precise. Consecuentemente, desde un punto de vista general, la gestión financiera consiste en la aplicación de técnicas y normas tendentes al logro de los objetivos financieros marcados a niveles superiores (tasa de crecimiento, grado de endeudamiento, nivel de rentabilidad, ampliación de capital, etc.), pero conservando el equilibrio financiero.

Un segundo aspecto lo constituye la distribución del beneficio (en las sociedades anónimas, pagos de dividendos), cuestión ésta que se encuentra íntimamente conectada con la independencia financiera de la empresa y con la futura expansión de ésta. Un tercer y último aspecto, que se desprende de los dos anteriores, radica en el análisis y minimización de los riesgos financieros que, por su mismo funcionamiento, sufre la empresa. La elaboración de un plan financiero tiene precisamente este objeto.

Pero ¿Qué factores influyen en la determinación del porcentaje de distribución de los beneficios? ¿Cómo se ponderan tales factores? ¿Cuáles son los mecanismos de pago de dividendos? La respuesta a estas preguntas fundamenta la política de dividendos de toda sociedad anónima. Si la sociedad cotiza en Bolsa deberá, además, valorar de modo especialmente riguroso los efectos que sobre su conjunto de accionistas ejerce la política de dividendos para, si así fuera menester, modificarla dentro de ciertos parámetros.

En resumen, la política de dividendos debe integrarse en la política financiera general de la firma y ha de establecerse en función de las repercusiones que ejerza sobre el equilibrio financiero, sobre los planes referentes al futuro de la empresa y sobre la valoración que de ésta hagan los accionistas (sobre todo, si las acciones son bursátiles).

Se comprende fácilmente que la Dirección y el accionariado (conjunto de accionistas), de la empresa puedan tener posiciones que se hallen en colisión. A nuestro juicio, la empresa ha de seguir una política de compromiso entre sus propios intereses y de los accionistas y, aunque nos parece evidente que las oscilaciones de los intereses de los accionistas (en los que influyen elementos objetivos y subjetivos) actúan sobre el valor de las acciones bursátiles, a través del mecanismo oferta-demanda en el mercado, aunque no todos los autores aceptan tal postura.

En realidad, los puntos de vista se podrían agrupar en torno a dos tesis: la de aceptar la independencia del valor de las acciones con respecto a la política de dividendos (ese valor dependería únicamente de la capacidad de generar beneficios por parte de la empresa) y la contraria, más tradicional, que parece más realista porque incluye, de algún modo, elementos subjetivos que influyen poderosamente en la determinación del citado valor.

La primera tesis, se basa en esencia en la hipótesis de perfección del mercado y de comportamiento racional del inversor. La segunda tesis critica por falta de realismo las anteriores hipótesis. La polémica no está todavía cerrada porque

existen puntos de vista discutibles en ambas tesis. Sin embargo, parece decantarse una corriente de opinión favorable a la tesis de dependencia entre la política de dividendos y el valor de las acciones; en este sentido, se han elaborado modelos perfeccionados a partir de la segunda tesis, en la que se incorpora una razón de endeudamiento (recursos ajenos/activo total). Todos estos modelos utilizan las hipótesis de tasa de crecimiento constante.

Evidentemente la determinación de la política óptima de dividendos, implica la presencia de dos problemas de decisión: 1) cuánto invertir y cuánto destinar al pago de dividendos, cuestión estudiada tradicionalmente en ambientes de certidumbre bajo el marco teórico diseñado por Fisher , y 2) cómo distribuir la inversión entre distintos tipos de activos financieros, como acciones, bonos, obligaciones, etc. Este último problema, al que la literatura suele referirse con la denominación TEORÍA DE LA CARTERA, ha sido profusamente investigado, en general en ambiente de riesgo, siguiendo las pautas de H. MARKOWITZ .

La combinación de l o s dos problemas, optimizar el plan de asignación inversión-pago de dividendos, y seleccionar la mejor cartera posible es el fin de este trabajo. Dada la limitación de los procesos determinista analizaremos un solo modelo, el del saldo óptimo de tesorería, basado en el trabajo de Sethi-Thompson (1).

(1)Véase [Sethi-Thompson, 1970]

3.2. FUNDAMENTOS BÁSICOS.

32.1. FUNCIONAL.

Se define así a cualquier regla que haga corresponder a cada función

$$\vec{x} = \vec{x}(t)$$

de un conjunto X de funciones, un valor numérico $v \in V$, siendo $V \subset \mathbb{R}$. Por tanto

$$\begin{aligned} F: X &\rightarrow V \\ x &\rightarrow v = F(x) \end{aligned} \quad [3.1]$$

donde F simboliza el Funcional y \vec{x} la función vectorial

$$\vec{x} = \vec{x}(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_j(t), \dots, x_n(t)]'$$

El símbolo ' designa la matriz transpuesta de \vec{x} , en la que $x_i(t)$ es una función real de variable real y la variable independiente, t , será habitualmente el tiempo.

Los funcionales que se utilizan con mayor frecuencia en aplicaciones empresariales tienen la forma general:

$$v = F(x) = \int_{t_0}^T f \left(t, \vec{x}, \frac{d^1 \vec{x}_1}{dt}, \frac{d^1 \vec{x}_2}{dt}, \dots, \frac{d^1 \vec{x}_j}{dt}, \dots, \frac{d^1 \vec{x}_n}{dt} \right) \bullet dt$$

donde f suele denominarse función intermedia y $\frac{d^i \vec{x}}{dt^i}$ es la derivada i -ésima

de \vec{x} con respecto a t , es decir

$$\frac{d^i \vec{x}}{dt^i} = \begin{bmatrix} \frac{d^i x_1}{dt^i} & \frac{d^i x_2}{dt^i} & \dots & \frac{d^i x_j}{dt^i} & \dots & \frac{d^i x_n}{dt^i} \end{bmatrix} \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, F; j = 1, 2, \dots, n$$

3.2.2. VARIACIÓN DEL ARGUMENTO.

En el funcional

$$F = F \left[\vec{x}(t) \right] = \int_{t_0}^1 f(t, \vec{x}, \dot{\vec{x}}) \cdot dt$$

donde $\vec{x} : R^n \rightarrow R$ y $\dot{\vec{x}} = \frac{d\vec{x}}{dt}$, a la función $\vec{x}(t)$ se la denomina argumento.

Se denomina variación del argumento la diferencia

$$\delta \vec{x} = \delta \vec{x}(t) = \vec{y}(t) - \vec{x}(t)$$

donde $\vec{y}(t)$ es una función admisible de la misma clase k que $\vec{x}(t)$

3.2.3. FUNCIÓN ADMISIBLE.

Este tipo de funciones son las que satisfacen las condiciones de contorno del problema variacional.

3.2.4. CLASE DE UNA FUNCIÓN.

Una función $h = h(t)$ es de la clase k en un conjunto abierto $D = (a, b)$, escribiéndose $h(t) \in k$, cuando admite derivadas continuas en D hasta las de

orden k inclusive. s t el conjunto fuera el intervalo cerrado $D^* = [a, b]$, para cada punto interior la derivada k -ésima será continua y, además, en los puntos de frontera a y b han de existir derivadas laterales finitas.

3.2.5. VARIACIÓN DE UN FUNCIONAL.

Por definición es la expresión

$$\delta F = \delta F \left[\vec{x}(t) \right] = \frac{\delta}{\delta \alpha} F \left[x(t) + \alpha \cdot \delta \vec{x}(t) \right]_{\alpha=0}$$

3.2.6. LA FUNCIÓN HAMILTONIANA Y LAS ECUACIONES CANÓNICAS DE EULER.

La idea es resolver el problema de Lagrange, mediante la función HAMILTONIANA, que resuelve las ecuaciones canónicas de Euler, y con ello, la ecuación de Euler.

En

$$\frac{\partial f}{\partial \vec{x}} - \frac{d}{dt} \begin{pmatrix} \frac{\partial f}{\partial \dot{x}} \\ \vdots \\ \frac{\partial f}{\partial \dot{x}} \end{pmatrix} = \dot{0}$$

introduzcamos el cambio de variable

$$\frac{\partial f}{\partial \dot{x}} = q$$

Con lo cual tenemos el sistema equivalente

$$\left. \begin{array}{l} \frac{\partial f}{\partial \vec{x}} = \vec{q} \\ \frac{\partial f}{\partial \dot{\vec{x}}} = \vec{q} \end{array} \right\} \text{ o bien } \left. \begin{array}{l} \frac{\partial f}{\partial \dot{x}_i} = q_i \\ \frac{\partial f}{\partial x_i} = \dot{q}_i \end{array} \right\} i = 1, 2, \dots, n \quad [3.2a]$$

supongamos que el sistema

$$\frac{\partial f}{\partial \dot{x}_i} = \dot{q}_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

es resoluble en $\dot{x}_i, i = 1, 2, \dots, n$, es decir, que el jacobiano

$$J \begin{pmatrix} q_1, q_2, \dots, q_n \\ \dot{x}_1, \dot{x}_2, \dots, \dot{x}_n \end{pmatrix}$$

sea no nulo; en tal caso, por el teorema de la función implícita, será

$$\dot{x}_i = \dot{x}_i(t, x_1, x_2, \dots, x_n, q_1, q_2, \dots, q_n) = \dot{x}_i(t, \vec{x}, \vec{q})$$

admitido esto, construyamos la función hamiltoniana definida mediante la expresión

$$\mathbf{H} = H(t, \vec{x}, \vec{q}) = -f + \sum_{i=1}^n q_i \cdot \dot{x}_i = -f + \left(\vec{x} \right) \cdot \vec{q} \quad [3.2b]$$

(a veces se define con $+f$) que, al diferenciarla queda

$$dH = -df + d \left(\sum_{i=1}^n q_i \cdot \dot{x}_i \right) = -\dot{f} \cdot dt - \left(\frac{\partial f}{\partial \vec{x}} \right) \cdot d\vec{x} + \left(\frac{\partial f}{\partial \dot{\vec{x}}} \right) \cdot d\dot{\vec{x}} \quad [3.2c]$$

o también

$$dH = \dot{H} \cdot dt + \frac{\partial H}{\partial \dot{x}} \cdot d\dot{x} + \frac{\partial H}{\partial \dot{q}} \cdot d\dot{q} \quad [3.2d]$$

al comparar [3.2c] y [3.2d] resulta

$$\left. \begin{aligned} \dot{H} &= \dot{f} \\ \frac{\partial H}{\partial \dot{x}} &= \frac{\partial f}{\partial \dot{x}} \\ \frac{\partial H}{\partial \dot{q}} &= \dot{x} \end{aligned} \right| \quad [3.2e]$$

trasladando la segunda ecuación de [3.2e] a $\frac{\partial f}{\partial \dot{x}} = \dot{q}$ de [3.2a] tendremos que

$$\frac{\partial f}{\partial \dot{x}} = -\dot{q}$$

con lo que podemos formar el sistema de ecuaciones canónicas de Euler (o sistema hamiltoniano de Euler):

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial \dot{x}} + \dot{q} &= \dot{0} \\ \frac{\partial H}{\partial \dot{q}} + \dot{x} &= \dot{0} \end{aligned} \right| \quad [3.2f]$$

La ventaja resolutive de este sistema con respecto al [3.2a] reside en la estructura simétrica que posee, lo que justifica la introducción de la función H . Como es lógico, la resolución de [3.2] nos proporcionara las extremales.

Las ecuaciones [3.2] establecen el nexo entre el calculo de variaciones y la teoría del control optimo.

3.2.7. CONDICIONES DE TRANSVERSALIDAD.

Surgen de la relación:

$$\left[f - \begin{pmatrix} \dot{x} \\ x \end{pmatrix} \cdot \frac{\partial f}{\partial \dot{x}} \right]_{t=\tau} \cdot \delta\tau + \left[\frac{\partial f}{\partial x} \right]_{t=\tau} \cdot \delta x(\tau) = 0 \quad [3.2g]$$

$$\tau = t_0 \quad \text{y/o} \quad \tau = T.$$

Aquí caben dos consideraciones posibles:

- a) Que $\delta\tau$ y $\delta x(\tau)$ sean independientes entre sí, en cuyo caso [3.2g] se convierte en:

$$\left. \begin{aligned} \left[f - \begin{pmatrix} \dot{x} \\ x \end{pmatrix} \cdot \frac{\partial f}{\partial \dot{x}} \right]_{t=\tau} &= 0 \\ \left[\frac{\partial f}{\partial x} \right]_{t=\tau} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

b) Que $\delta \tau$ y $\delta \bar{x}(\tau)$ sean interdependientes, lo cual constituye la situación más frecuente. Si en particular la dependencia adopta la forma $\bar{x} = \bar{x}(\tau)$

entonces [3. 2g] se convierte en:

$$\left[f - \left(\dot{\psi} \tau - \dot{\bar{x}} \right) \cdot \frac{\partial f}{\partial \dot{\bar{x}}} \right]_{\tau, \bar{x}(\tau)} = 0$$

Esta última relación establece la dependencia existente entre los coeficientes angulares $\dot{\psi}$ y $\dot{\bar{x}}$, es la condición de transversalidad para un punto de frontera móvil $\left[\tau, \bar{x}(\tau) \right]$.

3.3. MODELOS DEL SALDO ÓPTIMO DE TESORERÍA.

3.3.1. PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN.

Toda empresa tiene planteada la problemática de la gestión de fondos ya que, independiente de su tamaño, actividades y localización, se ve en la necesidad de mantener fondos en efectivo debido a motivos transaccionales, precautorios y especulativos, como enseña la teoría económica keynesiana.

La firma requiere fondos en efectivo con fines de transacción con objeto de hacer frente a las necesidades corrientes (y, por ello, normalmente

previsibles) derivadas de su actividad normal. El nivel del saldo transaccional depende fundamentalmente de cuatro factores:

- *El grado de aversión al riesgo por parte de la firma.*
- *El estado de sus cuentas pendientes de cobro.*
- *La situación de sus cuentas de stocks en relación con las características de la demanda para estos activos.*
- *La capacidad de la empresa para conseguir crédito.*

Aunque la firma conoce previamente la mayor parte de los elementos del flujo de entrada y del flujo de salida, una porción de ellos resulta desconocida, poseyendo carácter aleatorio. Estos, junto con otras necesidades atípicas, se cubren mediante la apertura de líneas de crédito adecuadas y saldos precautorios de caja. Obviamente, el saldo de precaución se halla estrechamente ligado a la capacidad de asunción de riesgo que posee la empresa; es decir, si una firma presenta una fuerte aversión al riesgo, su saldo precautorio de caja será superior a otra con menor aversión al riesgo. Para reducir el drenaje de la rentabilidad que supone la posesión de tales saldos, lo habitual es invertir en títulos a corto plazo.

Los saldos especulativos pretenden poder aprovechar oportunidades ventajosas de colocación de dinero. A pesar de que haya situaciones que

justifiquen y, o, contrario, en principio es recomendable para la firma especular con fondos en efectivo.

El más importante de estos tres tipos de saldos es el transaccional, ya que en general los motivos precautorios y especulativos se cubren negociando títulos o incurriendo en endeudamiento.

Un medio adecuado para determinar los niveles de las cuentas de tesorería consiste en la elaboración del presupuesto de caja. La gestión presupuestaria de tesorería a) señalará las puntas de tesorería (los déficits, que afectan a la capacidad crediticia, y los excesos, que disminuyen los rendimientos de las inversiones y afectan negativamente al costo de capital). b) indicará el instante más conveniente para iniciar procesos de financiación y c) permitirá evitar la existencia de fondos ociosos. Razones, todas ellas, suficientes para sofisticar y perfeccionar los modelos de obtención de políticas óptimas de tesorería.

Como se ha dicho, una gran mayoría de los modelos de gestión de tesorería se han inspirado en los de inventario como el de Baumol y el de Tobin, ambos deterministas, o los de Miller-Orr y Daellenbach, de carácter estocástico. Nosotros vamos a desarrollar el problema en términos de la teoría determinista de control óptimo, cuestión que fue investigada por Sethi y Thompson.

3.3.2. MODELO DE SETHI Y THOMPSON SIN RESTRICCIONES EN LAS VARIABLES DE ESTADO.

A) HIPÓTESIS.

- 1) Modelo unificado, es decir, con formulación unificada.
- 2) Periodo de planeamiento finito, $[0, T]$.
- 3) Se consideran únicamente dos tipos de activos financieros, tesorería y títulos de valor.
- 4) El valor de la compra/venta de títulos esta acotada y la cota misma, en valor absoluto, para las compras que para las ventas.
- 5) En el caso discreto, se consideran periodos de igual duración.
- 6) Toda compra/venta tiene lugar al final de un periodo(en el caso discreto).
- 7) Se permiten saldos deudores de tesorería así como ventas en descubierto de títulos (suponiéndose que los tipos de interés que generan varían en el tiempo y no influyen en ellos la naturaleza deudora o acreedora del saldo).
- 8) El coeficiente de costo asociado a cada transacción de títulos (costo por u.m. tit: transacción, integrado por la comisión y otros posibles costos asociados) es constante.
- 9) La firma desea maximizar el valor final de sus activos siendo capaz en cada instante o período (según se trate de ambiente continuo o discreto, respectivamente) de hacer frente a la demanda de tesorería.
- 10) No existen dividendos pendientes de pago.
- 11) La firma conoce su función de demanda a o tesorería.

12) Se satisfacen todas cuantas hipótesis adicionales requiera la aplicación del principio máximo.

B) VARIABLES DEL MODELO Y SU NOTACIÓN.

t	Número de orden del periodo (caso discreto) o instante temporal (caso continuo).
$x_1(t)$	Saldo de tesorería en t .
$x_2(t)$	Saldo en títulos en (u.m) en t .
$r_1(t)$	Tipo de interés que generan los saldos de tesorería.
$r_2(t)$	Tipo de interés que generan los saldos de títulos
$D(t)$	Tasa de demanda de tesorería en t .
$u(t)$	Compra ($u > 0$) o venta ($u < 0$) de títulos en t , expresada en u.m.
a	Coefficiente que expresa la comisión y otros costos asociados a la transacción.
M	Valor absoluto de la cuota que limita la cuantía monetaria de las compras o ventas de títulos.

C) RELACIONES ENTRE LAS VARIABLES DEL MODELO.

Para la primera variable de estado se comprende fácilmente que para hallar su tasa de cambio con respecto a t deberá disminuirse a la suma $r_1(t) \cdot x_1(t) + u(t)$ la tasa de demanda de tesorería y el precio pagado por la comisión y otros costos derivados de la transacción; por tanto

$$\begin{aligned} \frac{\delta_v x(t)}{\delta_v t} &= r_1(t) \cdot x_1(t) - D(t) + u(t) - a \cdot u(t) \\ x_1(0) &= x_{10} \end{aligned} \quad [3.3]$$

En lo que respecta a la segunda variable de estado, es evidente que su tasa de cambio con respecto a t se obtendrá deduciendo el valor de la compra/venta de títulos del producto $r_2(t) \cdot x_2(t)$; en consecuencia

$$\begin{aligned} \frac{\delta_v x(t)}{\delta_v t} &= r_2(t) \cdot x_2(t) - u(t) \\ x_2(0) &= x_{20} \end{aligned} \quad [3.4]$$

La cuarta hipótesis nos permite escribir la restricción sobre las variables de control:

$$|u(t)| \leq M$$

en cuanto al funcional, su expresión matemática es

$$F = x_1(T) + x_2(T)$$

Que se desprende de inmediato de la consideración simultánea de las hipótesis número dos, tres y nueve.

D) FORMULACIÓN DEL MODELO.

$$\text{MAX } F = x_1(T) + x_2(T)$$

SUJETO A:

$$[3.3]$$

$$[3.4]$$

$$|u(t)| \leq M$$

$$[3.5]$$

E) SOLUCIÓN ANALÍTICA.

Nos hallamos ante un problema de Mayer, que resolveremos directamente (es decir, sin transformarlo en un problema de Lagrange).

La función hamiltoniana unificada será

$$\mathbf{H} = \lambda_1 \cdot \frac{\delta_v x_1}{\delta_v t} + \lambda_2 \cdot \frac{\delta_v x_2}{\delta_v t}$$

Expresión en la que sustituir las relaciones [3.3] y [3.4] nos lleva a

$$\mathbf{H} = \lambda_1 \cdot (r_1 \cdot x_1 - D + u - a \cdot u) + \lambda_2 \cdot (r_2 \cdot x_2 - u) \quad [3.6]$$

Las ecuaciones relativas a las variables de coestado adoptan, para el problema de Mayer, como es fácilmente deducible, la misma forma general que para el de Lagrange, mientras que las condiciones de transversalidad se convierten en

$$\lambda_i(T) = \frac{\partial g[x_i(T)]}{\partial x_i}$$

Por tanto, en nuestro caso concreto podrá escribirse

$$\begin{aligned} \frac{\delta_v \lambda_1}{\delta_v t} &= - \frac{\partial H}{\partial x_1} = -\lambda_1 \cdot r_1 & \Pi_1(T) &= 1 \\ \frac{\delta_v \lambda_2}{\delta_v t} &= - \frac{\partial H}{\partial x_2} = -\lambda_2 \cdot r_2 & \lambda_2(T) &= 1 \end{aligned} \quad [3.7]$$

La resolución de las ecuaciones [3.7], utilizando la técnica apropiada a cada paso, proporciona los resultados siguientes:

$$\lambda_i(t) \equiv \begin{cases} \prod_{j=t}^T [1 + r_i(j)] & \text{(caso discreto)} \\ e^{\int_t^T r_i(\tau) d\tau} & \text{(caso continuo)} \end{cases} \quad i = 1, 2 \quad [3.8]$$

para lo que se ha tenido en cuenta $r_1(T) = r_2(T) = 0$.

La interpretación de las relaciones [3.8] es sencilla: constituye la expresión del factor financiero correspondiente a un régimen financiero compuesto, a tanto variable. Por consiguiente, $\lambda_1(t)$ es el valor que en un instante futuro T alcanzará 1 u.m. colocada en una cuenta de tesorería desde t hasta T v. de modo análogo, $\lambda_2(t)$ es el valor que en un instante futuro T alcanzará 1 u.m. de títulos colocada en una "cuenta de títulos" de t hasta T .

Para la obtención de la política óptima deberemos, como se sabe, optimizar U respecto a u , pero la presencia del valor absoluto de u , $|u|$, requiere efectuar una transformación en [3.6] escribiendo $u(t)$ como diferencia de dos variables no negativas:

$$u(t) = u_1(t) - u_2(t)$$

de modo que $u(t) = u_1(t)$ cuando $u_1 > 0$ y $u(t) = -u_2(t)$ cuando $u_2 > 0$ satisfaciéndose además que $u_1 \cdot u_2 = 0$. De ello se sigue que

$$/u/ = u_1(t) + u_2(t)$$

con lo que [3.6] se convierte en

$$\mathbf{H} = u_1(t)[(1-a)\lambda_1 - \lambda_2] - u_2 \cdot [(1+a)\lambda_1 - \lambda_2] + \lambda_1 \cdot r_1 \cdot x_1 - \lambda_1 \cdot D + \lambda_2 \cdot r_2 \cdot x_2$$

La linealidad de H respecto a u_1, u_2 nos lleva a una solución del tipo bang-bang:

$$u_1^*(t) = \begin{cases} +M & \text{si } (1-a)\lambda_1 > \lambda_2 \\ 0 & \text{si } (1-a)\lambda_1 < \lambda_2 \end{cases}$$

$$u_2^*(t) = \begin{cases} 0 & \text{si } (1+a)\lambda_1 > \lambda_2 \\ -M & \text{si } (1+a)\lambda_1 < \lambda_2 \end{cases}$$

Con controles singulares para

$$(1-a)\lambda_1 = \lambda_2 \quad \mathbf{Y} \quad (1+a)\lambda_1 = \lambda_2$$

En consecuencia, la política óptima, $u(t)$, es

$$u^*(t) = u_1^*(t) = -u_2^*(t)$$

() sea, la política óptima u_1^* exige: 1) vender títulos a la tasa máxima permitida en caso que la diferencia entre el valor futuro de 1 u.m. y el valor futuro de $(1-a)$ u.m. -la comisión *vo t r o s* gastos de transacción- sea superior al valor futuro de 1 u.m. de títulos y, 2) no vender en caso contrario (la igualdad no determina política óptima). De modo análogo, $u^*(t)$ exige: 1) comprar títulos si la suma entre el valor futuro 1 u.m. y la comisión junto con otros gastos de transacción es menor que el valor futuro 1 u.m. de títulos, y 2) no comprar en caso contrario (asimismo, sin política óptima en caso de igualdad).

Representadas gráficamente las políticas óptimas en un diagrama (λ_1, λ_2) y situándonos en el cuadrante positivo, éste se subdivide en tres ángulos.

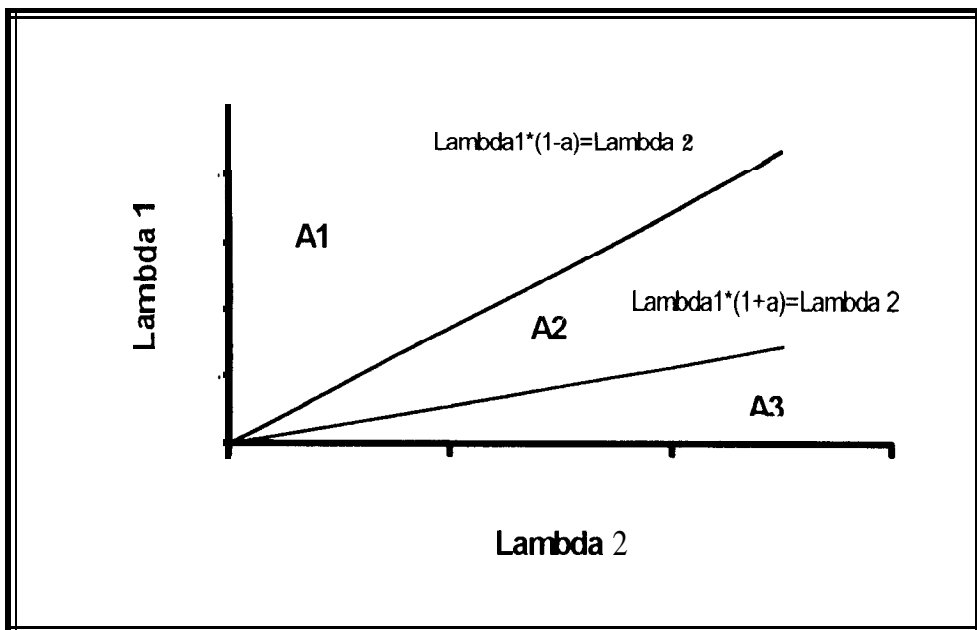
A1. Angulo formado por las rectas $\lambda_2 = 0$ y $(1 - a)\lambda_1 = \lambda_2$. En él la política óptima consiste en la venta de títulos al mayor ritmo permitido.

A2. Angulo formado por las rectas $(1 \pm a)\lambda_1 = \lambda_2$. En él la política óptima consiste en conservar la proporción entre los dos tipos de activos (conservación de carteras).

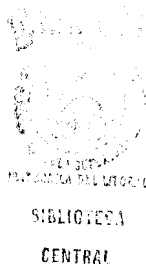
A3. Angulo formado por las rectas $\lambda_1 = 0$ y $(1 + a)\lambda_1 = \lambda_2$. En él la política óptima consiste en la compra de títulos a la máxima tasa permitida.

Figura 3.1.

Áreas de la Política Óptima



Nota aclaratoria: $\lambda = \text{Lambda}$.



Capítulo IV

TEORÍA DE CARTERAS.

4.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se analizará la manera de poder optimizar un portafolio de inversiones, compuesto de activos, que para este caso lo serán aquellos títulos negociables en la Bolsa de Valores de Guayaquil. La base teórica estará conformada de los estudios realizados por Harry Markowitz, haciendo énfasis en el “modelo de cartera” por él propuesto.

4.1.1. TOMA DE DECISIONES BAJO CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE: TEORIA DE LA ELECCIÓN.

El riesgo y rendimiento de las inversiones son indicadores numéricos para la toma de decisiones por parte de los empresarios; matemáticamente, la varianza y la media aritmética son medidas de estos indicadores. Con esta base teórica que se pretende lograr es obtener una teoría de elección que indique

a los inversionistas cómo elegir entre alternativas que tienen diferentes combinaciones de riesgo y rendimiento.

$$\text{Rendimiento activo } i = \frac{\text{Precio } n_i - \text{Precio } (n-1)_i}{\text{Precio } (n-1)_i}$$

donde n representa el período actual.

El supuesto de aversión al riesgo es básico en muchos modelos de decisión para lo cual conviene explicar antes que existen tres posibles actitudes hacia el riesgo: el deseo, la aversión y la indiferencia. Una persona que desee el riesgo va a preferir inversiones riesgosas, aquella persona que lo evite se dice que tiene aversión hacia el riesgo, y aquella persona que no considera el riesgo como herramienta para una toma de decisión se dice que le es indiferente. La práctica indica que entre los empresarios y administradores predomina la aversión.

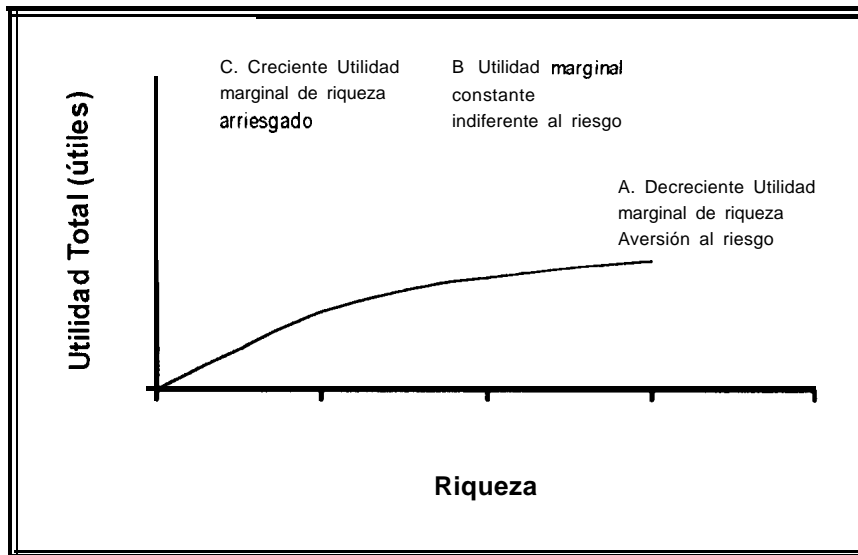
Surge la pregunta ¿por qué se prefiere la aversión al riesgo? La respuesta la encontramos en la teoría de la utilidad marginal decreciente con la riqueza. Esta teoría indica que a medida que la riqueza va aumentando, el factor satisfacción va disminuyendo, dado que las primeras utilidades obtenidas cubrirán las necesidades inmediatas de las personas y así estas necesidades irán disminuyendo, produciendo que las futuras utilidades no sean tan “satisfactorias” que sus anteriores.

La mayoría de los inversionistas tienen una utilidad decreciente en riqueza, y esto afecta directamente sus actitudes hacia el riesgo. Las medidas del

riesgo estiman la probabilidad de que un rendimiento dado resulte por arriba o por debajo de un rendimiento esperado. Una persona que tenga una utilidad marginal constante en su riqueza valorará cada suceso de rendimiento “adicional” exactamente como cada suceso de rendimiento “perdido”, y será indiferente al riesgo. Por otro lado, alguien que tenga una utilidad decreciente en la riqueza obtendrá más “sufrimiento” de un suceso perdido que “placer” de un suceso ganado. Debido a la utilidad decreciente de la riqueza, el segundo individuo estará muy opuesto al riesgo y requerirá un rendimiento muy alto sobre cualquier inversión sujeta a mucho riesgo.

Figura 4.1.

Relación entre la riqueza y su utilidad.



4.12. CURVAS DE INDIFERENCIA MEDIA VARIANZA.

Dado que el riesgo puede medirse con la varianza del rendimiento [o por su desviación estándar, $\sigma(R)$] y que ese rendimiento se mide por el rendimiento

esperado, $E(R)$; así podemos representar todas las combinaciones de media y de desviación estándar que dan la misma utilidad total al inversionista que tenga aversión al riesgo. Por ejemplo en la fig. 4.2, los puntos A, B y C tienen la misma utilidad total. Yacen sobre la curva de indiferencia que representa una diferencia de un inversionista. El inversionista que tiene aversión por el riesgo será indiferente entre escoger el punto A, el cual no tiene riesgo y tiene un rendimiento bajo, y el punto C, el cual tiene un alto riesgo y rendimiento. Un rendimiento más alto del punto C basta para compensar a nuestro inversionista por el riesgo adicional. Un inversionista indiferente hacia el riesgo tendría una familia de curvas de indiferencia como las líneas horizontales de la figura 4.2. El punto C deberá ser preferido al punto A, porque tiene un rendimiento más alto, independientemente de su riesgo.

Podríamos trazar un número infinito de curvas de indiferencia para representar la intercompensación riesgo-rendimiento de varios niveles de utilidad total para un individuo que tenga aversión al riesgo. A un nivel de σ se recibe una $E(R)$ más grande a medida que las curvas se desplazan hacia la izquierda. Cada punto situado sobre una curva l representa un nivel más alto de satisfacción, o mayor utilidad, que cualquier punto situado sobre las demás curvas.

Los conjuntos de curvas de indiferencia media-varianza constituyen literalmente una teoría de elección. Los únicos supuestos necesarios para

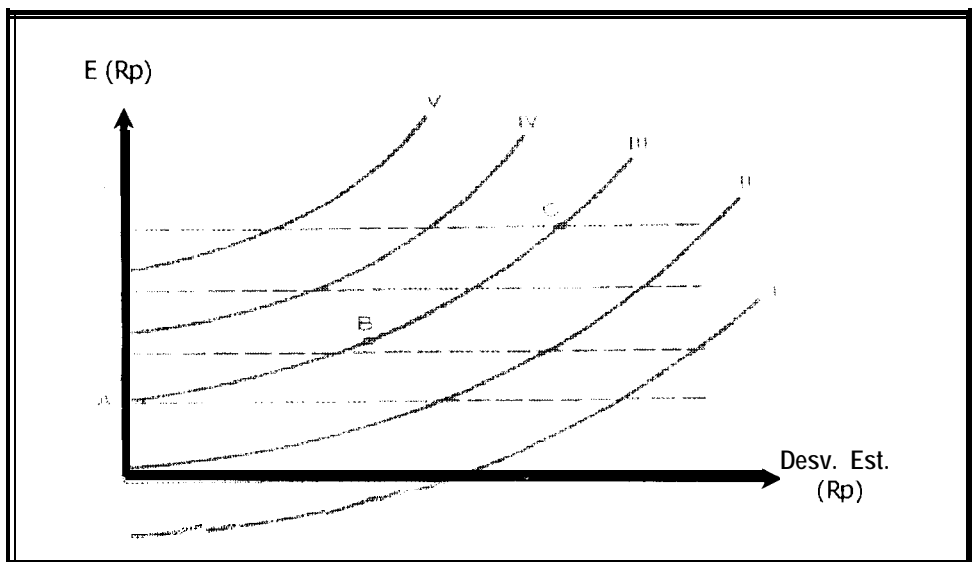
obtener las curvas de indiferencia de los inversionistas adversos al riesgo son:

- 1) Que la gente prefiera más riquezas que menos riquezas.
- 2) Que exista una utilidad decreciente de riqueza.

Si estos supuestos, son válidos, implican que quienes toman decisiones tienen aversión por el riesgo y requerirán un rendimiento más alto para aceptar un riesgo más grande

Figura 4.2.

Curvas de Indiferencia media-variunza.



A continuación se centrará atención en los objetos de elección: el riesgo y el rendimiento. Surge la pregunta ¿Cómo se miden en caso de activos individuales y en el caso de una cartera de activos riesgosos?

4.2. RIESGO Y RENDIMIENTO: OBJETOS DE ELECCIÓN.

Antes de estudiar el riesgo y el rendimiento para carteras de activos, revisemos las medidas de riesgo y rendimiento para activos específicos por separado

42.1. MEDIA Y VARIANZA DE ACTIVOS INDIVIDUALES.

La media, o rendimiento promedio, se define como la probabilidad de observar cada tasa de rendimiento, p_i , multiplicada por la tasa de rendimiento, R_i , y posteriormente sumada con todos los rendimientos posibles. Matemáticamente, el rendimiento medio se define como:

$$E(R) = \sum_{i=1}^N p_i R_i \quad [4.1]$$

La varianza del rendimiento se define como el promedio de los términos de la media del error al cuadrado. La media de un error al cuadrado es sencillamente la raíz cuadrada de la diferencia entre un rendimiento dado, R_i , y el promedio de todos los rendimientos, $E(R)$:

$$\text{Media Cuadrática del error} = [R_i - E(R)]^2$$

La varianza de los rendimientos es la expectativa (o el promedio) de estos términos: en otras palabras, cada media del error al cuadrado se multiplica por la probabilidad, p_i , de que ocurrirá y luego se suman todos los términos. La expresión matemática de la varianza de los rendimientos es:

$$VAR(R) = E\{[R_i - E(R)]^2\} = \sum p_i [R_i - E(R)]^2 \quad [4.2]$$

Generalmente expresamos el riesgo en términos de la desviación estándar, $\sigma(R)$, más que la varianza de los rendimientos. La desviación estándar es exactamente la raíz cuadrada de la varianza.

$$\sigma(R) = \sqrt{VAR(R)} \quad [4.3]$$

4.22. MEDIA Y VARIANZA DE LAS CARTERAS DE ACTIVOS.

Las carteras de activos ofrecen la ventaja de reducir el riesgo mediante la diversificación. Una cartera se define como una combinación de activos. La teoría de la cartera trata de la selección de las carteras óptimas: es decir, carteras que proporcionen el rendimiento más alto posible en cualquier grado específico de riesgo o el riesgo más bajo posible en cualquier tasa de rendimiento. La teoría de la cartera se ha formulado principalmente para activos financieros (acciones y bonos), y por ello se restringirá las explicaciones a estos activos.

La tasa de rendimiento sobre una cartera (R_p) es siempre un promedio ponderado de los rendimientos de los valores individuales de la cartera. En primera instancia consideremos una cartera compuesta únicamente de dos activos, con lo cual el rendimiento de la cartera se definiría:

$$R_p = w \cdot R_s + (1 - w) \cdot R_c \quad [4.4]$$

donde w es el porcentaje invertido en el valor S y $(1 - w)$ es el resto de la cartera. La tasa esperada de rendimiento sobre la cartera es:

$$E(R_p) = w \cdot E(R_s) + (1 - w) \cdot E(R_c) \quad [4.5]$$

Aquí, $E(R_p)$ es el rendimiento esperado sobre la cartera. Por tanto, dados los rendimientos esperados sobre los valores individuales, el rendimiento esperado sobre la cartera depende del monto de fondos invertidos en cada valor. Un aspecto fundamental de la teoría de la cartera es la idea de que el riesgo inherente ti cualquier activo mantenido en una cartera es diferente al riesgo de ese activo mantenido en forma aislada

De acuerdo a la definición de varianza y utilizando las ecuaciones [4.4] y [4.5] nos queda que la varianza de una cartera es:

$$VAR(R) = E\{[R_i - E(R)]^2\} = \sum_{i=1}^N p_i [R_i - E(R)]^2$$

en la cual reemplazando y desarrollando correctamente obtenemos:

$$\begin{aligned} VAR(R_p) &= \sum_{i=1}^N p_i w^2 [R_s^i - E(R_s)]^2 \\ &+ \sum_{i=1}^N 2 \cdot p_i \cdot w \cdot (1 - w) \cdot [R_s^i - E(R_s)] \cdot [R_c^i - E(R_c)] \\ &+ \sum_{i=1}^N p_i \cdot (1 - w)^2 \cdot [R_c^i - E(R_c)]^2 \end{aligned} \quad [4.6]$$

Por consiguiente, la varianza de una cartera de dos activos riesgosos no es meramente la suma de sus varianzas respectivas. También incluye la covarianza entre ellos (ver segundo término de la ec. [4.6]). La expresión de la varianza de una cartera de dos activos riesgosos es:

$$VAR(R_p) = w^2 VAR(R_s) + 2.w.(1-w).COV(R_s, R_c) + (1-w)^2 VAR(R_c) \quad [4.7]$$

y la desviación estándar de la cartera es:

$$\sigma(R_p) = \sqrt{VAR(R_p)} \quad [4.8]$$

4.2.3. CORRELACIÓN Y COVARIANZA.

A fin de diversificar el riesgo para crear una cartera eficiente, el inversionista ha de entender el concepto de correlación. La **correlación** es una medida estadística de la relación, si es que hay, entre series de números, que en este caso son los flujos de rendimientos de los activos. Si dos series se mueven en el mismo sentido, éstas se correlacionan positivamente; si las series son contracíclicas, es decir, que se mueven en sentidos opuestos, se correlacionan negativamente.

La medida estadística de la correlación es el coeficiente de correlación (ρ), y para definirlo se comenzará con el concepto del coeficiente de determinación, r^2 , que nos aparece en los resultados de una regresión lineal; este coeficiente de determinación mide el porcentaje de la varianza de la variable dependiente, la cual está explicada por la variable independiente. La raíz cuadrada del coeficiente de determinación se denomina coeficiente

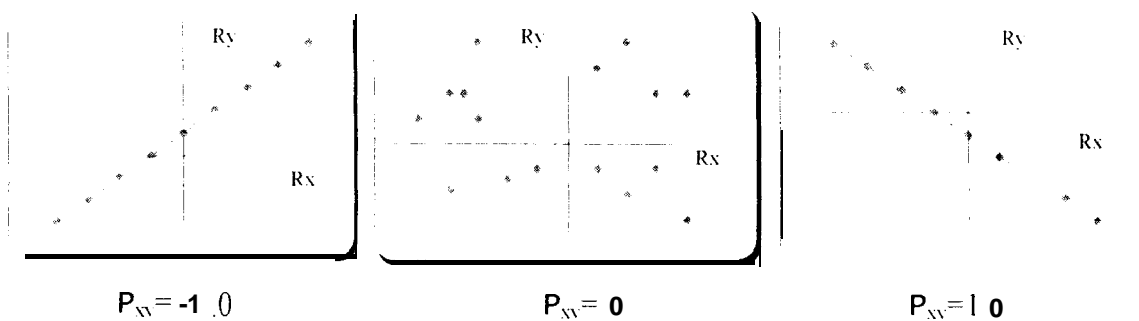
de correlación, ρ . Se define como la covarianza entre las variables dependiente e independiente, dividida entre el producto de sus desviaciones estándar,

$$\rho_{xy} = \frac{COV(x, y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad [4.9]$$

La figura 4.3 muestra los rendimientos de activos perfectamente correlacionados (positiva), $\rho_{xy}=1.0$; los que son independientes entre sí, $\rho_{xy}= 0$; y los que tienen una correlación perfectamente inversa (contracíclica), $\rho_{xy}= -1.0$.

Figura 4.3.

Ejemplos de diferentes coeficientes de correlación.



Ahora entonces se puede usar la relación entre correlación y la covarianza para volver a escribir la ecuación de varianza de una cartera. Según la ecuación [4.9] queda:

$$COV(x,y) = \rho_{xy} \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y \quad [4.10]$$

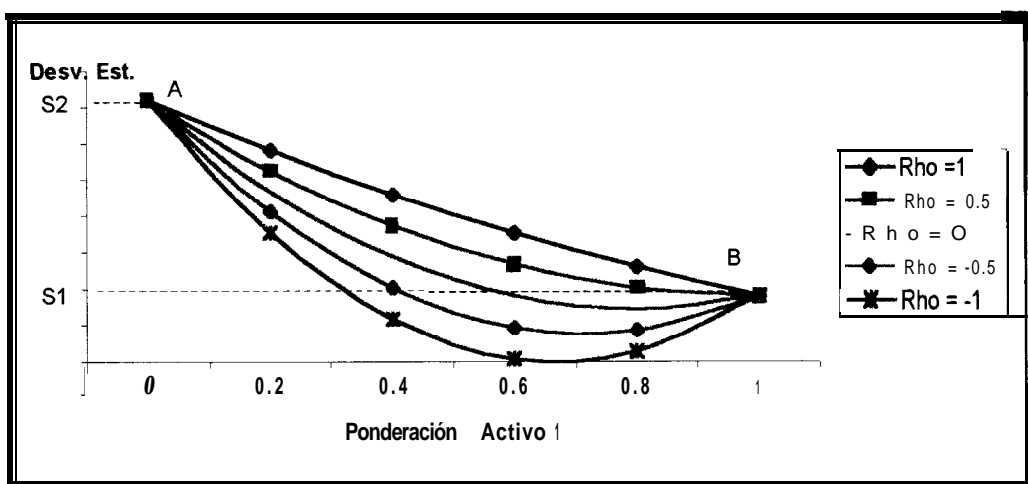
y reemplazando en la ecuación [4.7] se obtiene,

$$VAR(R_p) = w^2 \cdot VAR(R_x) + 2 \cdot w \cdot (1-w) \cdot \rho_{xy} \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y + (1-w)^2 \cdot VAR(R_y) \quad [4.11]$$

A continuación se ilustrará de forma gráfica la influencia de la correlación en la varianza de la cartera, tomando dos títulos (I y II) cualesquiera como ejemplo, ambos con distintas riesgo y rendimiento.

Figura 4.4.

Forma general del conjunto de curvas de riesgo de cartera.



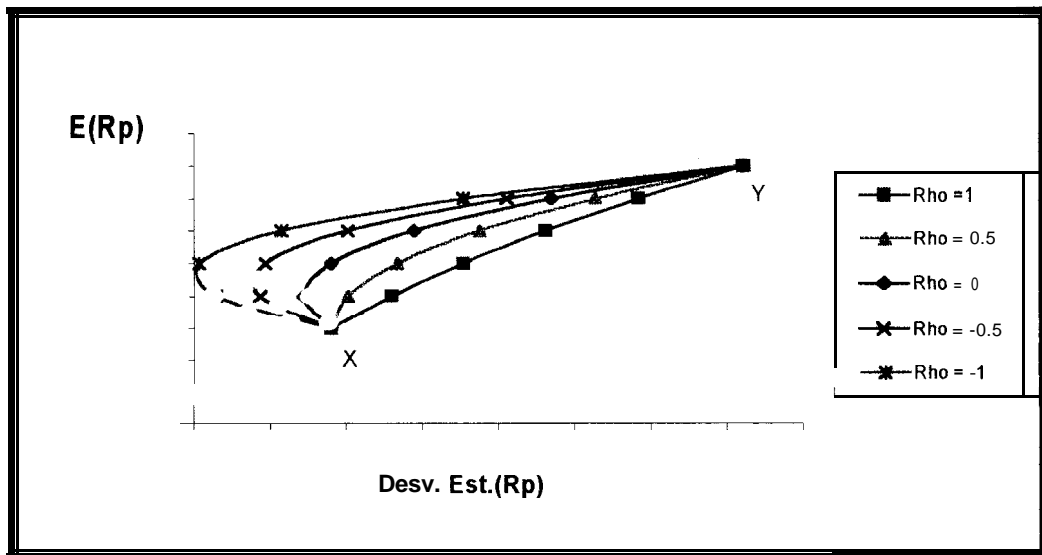
Nota aclaratoria: $Rho = \rho$

Como se puede apreciar en la figura 4.4 en el cual se hicieron cálculos para valores distintos de ρ (donde $\rho = \text{Rho}$), el punto A indica que el 100% de la riqueza está en el activo 1 y el punto B indica que el 100% de la riqueza está en el activo 2. La única curva que señala la existencia de una relación lineal entre el riesgo de cartera σ_p y la ponderación w de cualquiera de los dos activos que conforman la cartera, es la que está constituida por una correlación perfectamente positiva ($\rho_{AB} = 1$).

4.2.4. EL CONJUNTO DE OPORTUNIDADES DE CARTERA Y EL CONJUNTO EFICIENTE.

En la mayoría de los casos sucede que los activos riesgosos no están perfectamente correlacionados y se los podría ilustrar gráficamente en la figura 4.5, la cual enmarca el conjunto de casos generales. En esta figura todas las curvas que van de X a Y, se denominan conjunto de oportunidades de la corteza con mínima varianza, es decir que son las combinaciones de carteras que proporciona la varianza mínima (o desviación estándar mínima) en una tasa dada de rendimiento, y dado además un tipo diferente de correlación. Siempre guardaran una forma similar a las curvas de la gráfica. En las curvas que tienen una correlación $\rho = 1$, y $\rho = 0.5$, todas las combinaciones de riesgo-rendimiento son eficaces, para las otras curvas con distinta correlación a las anteriores, las combinaciones eficaces están sobre la parte continua de las curvas.

Figura 4.5.

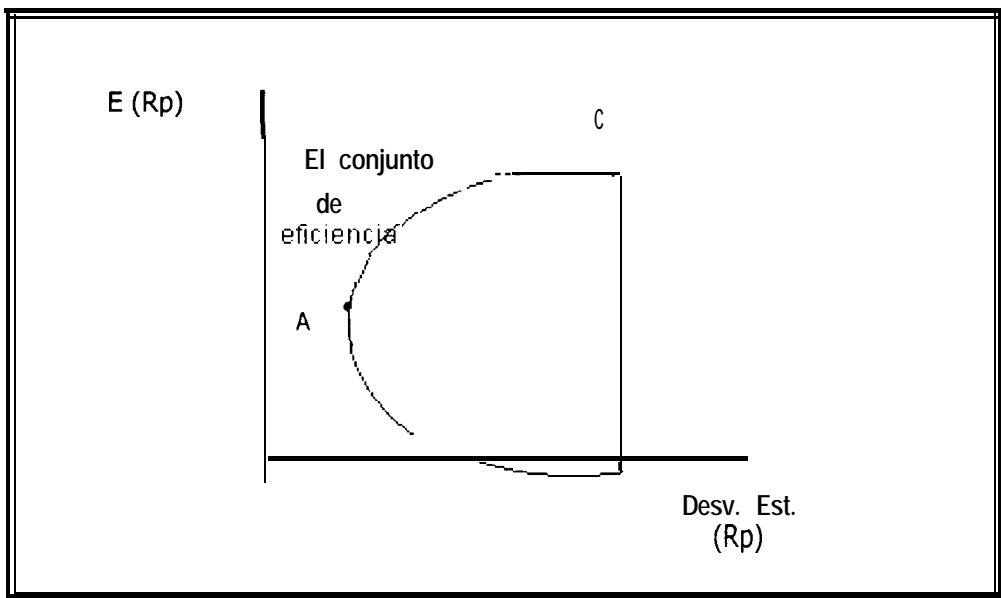
Forma general del conjunto de oportunidades de cartera.

Nota aclaratoria: $Rho = \rho$

Si existen muchos activos riesgosos, en lugar de dos, la forma general del conjunto de oportunidades de inversión no se altera; sin embargo, existe un número infinito de puntos alcanzables en el interior del conjunto [Región sombreada de la figura 4.6). La línea sólida, AC, la cual empieza con la varianza mínima de cartera del punto A, se denomina conjunto de eficiencia, y representa el punto de todas las carteras que tienen el rendimiento más alto en un nivel dado de riesgo. Los inversionistas que tienen aversión por el riesgo elegirán sólo aquellas carteras que yacen en el conjunto de eficiencia. ya que los activos que yacen en el interior del conjunto de oportunidades son ineficaces y deben mantenerse como parte de una cartera diversificada en equilibrio del mercado.

Figura 4.6.

Conjunto de oportunidades de carteras y conjunto de eficiencia con muchos activos riesgosos.



4. 3. EQUILIBRIO DE MERCADO: LA LÍNEA DEL MERCADO DE CAPITALES.

Ahora se pondrá atención en los casos en que los inversionistas introduzcan en su cartera un activo libre de riesgo en combinación con otros activos riesgosos, lo cual les conlleve hacer negociaciones entre ellos, pidiendo dinero en préstamo o prestándolo. Al introducir la petición y concesión de préstamos a la tasa de interés libre de riesgo, podemos caracterizar un equilibrio de mercado con muchos participantes del mercado.

4.3.1. EL CONJUNTO DE OPORTUNIDADES CON UN ACTIVO RIESGOSO Y UN ACTIVO LIBRE DE RIESGO.

El rendimiento de una cartera compuesta de $a\%$ de nuestra riqueza en un activo riesgoso X y $(1 - a)\%$ en un activo libre de riesgo con rendimiento R_f puede escribirse así:

$$R_p = a.X + (1 - a).R_f \quad [4.12]$$

De aquí hay que hacer una diferencia entre un activo riesgoso, de uno no riesgoso. El activo riesgoso constituye una variable aleatoria dado que la variabilidad de su rendimiento tiene carácter aleatorio, mientras que un activo libre de riesgo deja el ámbito estocástico para entrar en el ámbito determinístico, ya que su rendimiento futuro, es un valor cierto. Entonces el rendimiento esperado de esta cartera es:

$$E(R_p) = a.E(X) + (1 - a).R_f \quad [4.12a]$$

Se puede ver que no es necesario calcular la media del rendimiento libre de riesgo porque un activo libre de riesgo tiene el mismo rendimiento en cada estado de la naturaleza. La desviación estándar del rendimiento de esta cartera es:

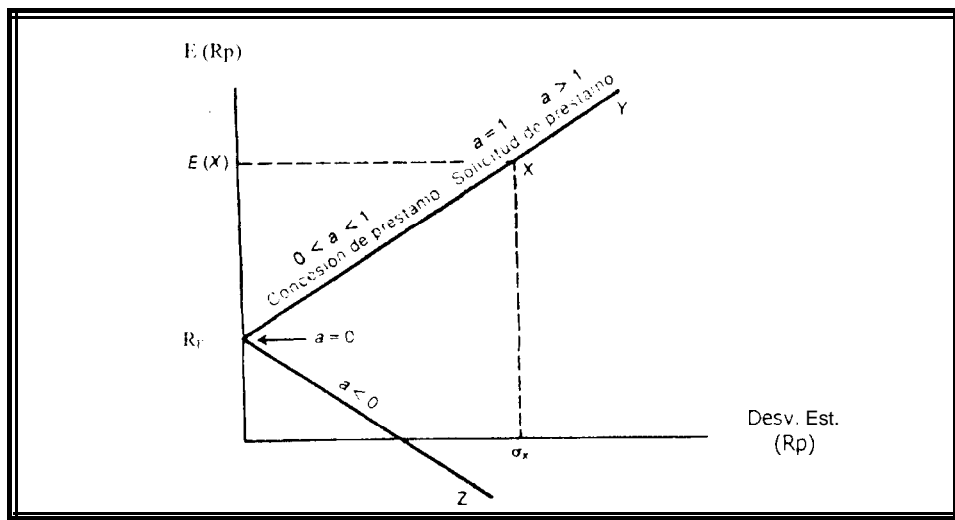
$$\sigma(R_p) = a.\sigma_X \quad [4.12b]$$

No existe término de covarianza porque la covarianza entre un activo libre de riesgo y un activo riesgoso es cero. Además, la varianza de un activo libre de riesgo es también de cero.

Como se puede apreciar en la figura 4.7, la línea media-desviación estándar del conjunto de oportunidades de carteras que resulta de las combinaciones de los activos riesgosos y no riesgosos. En el punto X hay 100% de la riqueza en el activo riesgoso. A la derecha del punto X (tramo XY) tenemos más del 100% de la riqueza en X. Esto se logra pidiendo prestado (lo que se llama algunas veces la compra de una acción sobre margen). En efecto, pedir prestado es la misma cosa que hacer una venta corta del activo libre de riesgo, para lo cual se emite a cambio un certificado (un bono) que prometa volver a pagar el préstamo más el interés a final de año. Entre los puntos X y R_f , tenemos parte de la riqueza en el activo riesgoso (es decir, $0 < a < 1$) y el resto ha sido prestado a la tasa libre de riesgo. En el punto R_f , tenemos el 100% de la riqueza invertida a la tasa libre de riesgo. Y finalmente, entre R_f y Z hemos hecho una venta corta del activo riesgoso (es decir, $a < 0$) para invertir más del 100% de la riqueza en el activo libre de riesgo. Nótese que ningún inversionista que tuviera aversión por el riesgo haría esto porque los puntos situado a lo largo de R_fZ están dominados por cualquier punto situado a lo largo de R_fXY .

Figura 4.7.

Conjunto de oportunidades de un activo riesgoso y de otro activo de libre riesgo.



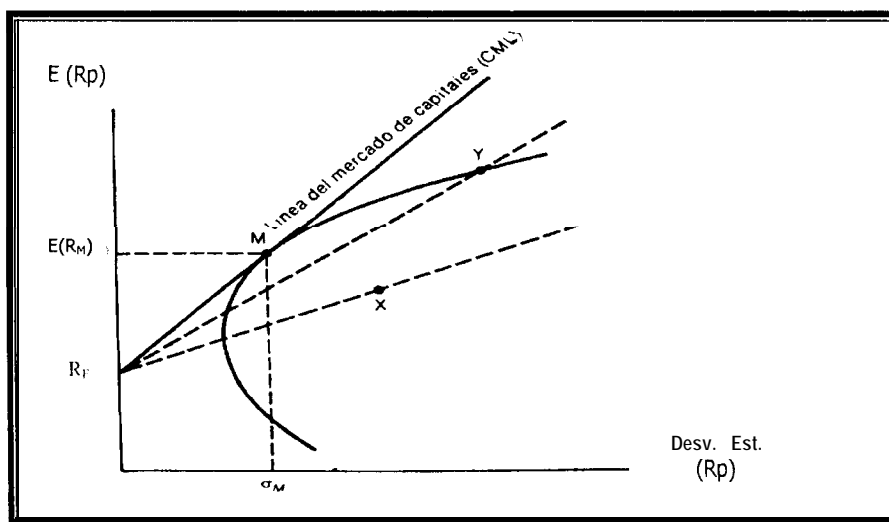
4.32. EL CONJUNTO DE OPORTUNIDADES CON UN ACTIVO LIBRE DE RIESGO Y VARIOS ACTIVOS RIESGOSOS.

si ampliamos el análisis a un mundo con solicitudes de préstamo y concesiones de préstamo libres de riesgo y N activos riesgosos, podemos explicar el equilibrio de mercado. La línea $R_f X$ de la figura 4.8. muestra la totalidad de las carteras posibles formadas del activo de libre riesgo, R_f , y del activo riesgoso (cartera), X . Como es obvio todos los inversionistas que tengan aversión al riesgo preferirán carteras que se sitúen a lo largo de la línea $R_f Y$, porque tienen un rendimiento esperado mayor para cada nivel de riesgo dado. Pero sobre todo preferirán aquellas carteras que se sitúen sobre la línea $R_f M$ ya que esta guarda el mayor rendimiento esperado para cada nivel de riesgo. A esta línea se la conoce como línea del mercado de capitales

(C.M.L. del inglés *Capital Market Line*) porque representa la intercompensación del equilibrio del mercado entre el riesgo y el rendimiento. Esta línea existe debido a las oportunidades que tienen los inversionistas para pedir prestado y prestar a la tasa libre de riesgo, R_F . Cabe decir, que en equilibrio, todos los inversionistas que tienen aversión al riesgo elegirán sus carteras óptimas por las combinaciones que resulten entre el activo libre de riesgo, R_F y la cartera riesgosa M .

Figura 4.8.

La línea del mercado de capitales.

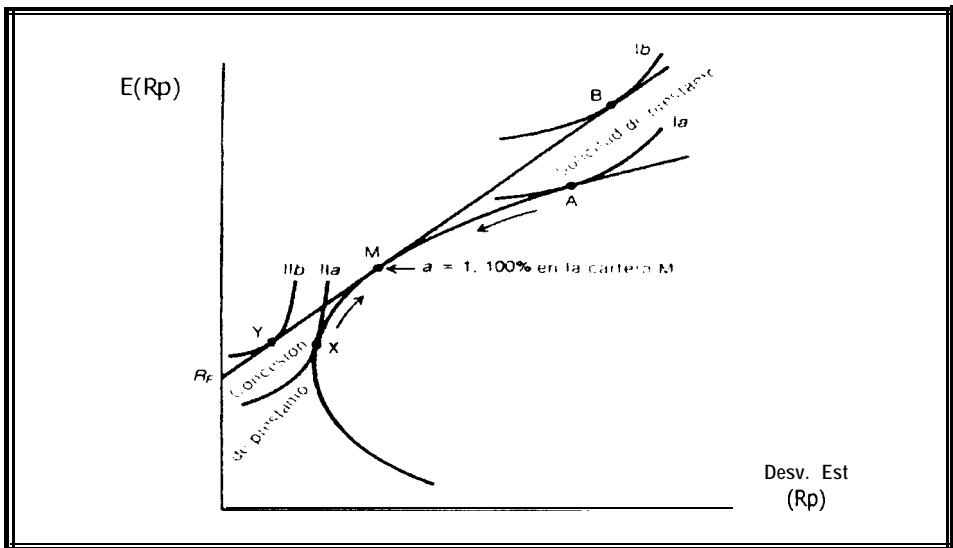


Ahora se procederá a combinar la teoría de la elección, según se describió en las curvas de indiferencia del inversionista, con los objetos de elección, representados por las combinaciones de carteras a lo largo de la línea de mercado de capitales. A manera de ejemplo, pongámonos en las situaciones de dos inversionistas (figura 4.9.); el inversionista I habría elegido el punto A

como su cartera óptima, en un mundo donde no se permite prestar, ni pedir prestado. Este punto representa la tangente entre su curva de indiferencia y el conjunto de oportunidades solamente de activos riesgosos. Sin un mercado de capitales, el punto A representa la cartera maximizadora del inversionista I. Pero si este inversionista se desplaza al punto M y posteriormente pide prestado para alcanzar el punto B, es posible alcanzar una curva de indiferencia más alta y así una posición mejor. El inversionista II se encuentra también mejor en un mundo con oportunidades para pedir prestado y prestar. Si se encontrase inicialmente en el punto X, sería posible lograr una mayor utilidad desplazándose a lo largo del conjunto de oportunidades, hasta el punto M, y posteriormente prestar para alcanzar el punto Y, el cual se encuentra sobre una curva de indiferencia más alta. De hecho, casi todo inversionista con aversión al riesgo se encuentra mejor en un mundo en el que existen oportunidades para intercambiar riqueza mediante la solicitud y la concesión de préstamos.

Figura 4.9.

Carteras óptimas en la línea de mercado de capitales.



El punto M es una cartera muy especial. Es la cartera de activos riesgosos mantenida por todos los inversionistas en equilibrio. Por definición, es la cartera de mercado de activos riesgosos. La cartera de mercado se define como la cartera formada por todos los activos en la economía mantenida según sus pesos de valor del mercado. El peso del activo i^0 en la cartera de mercado es:

$$x_i = \frac{\text{Valor de mercado del activo } i^0}{\text{Valor de mercado de todos los activos en la economía}} \quad [4.13]$$

El punto M debe ser la cartera de mercado por dos razones:

- 1) *Suponemos que todos los inversionistas perciben el mismo conjunto de oportunidades de inversión. Todos los inversionistas buscarán carteras con el rendimiento más alto a un nivel de riesgo dado. En equilibrio, todos los activos se mantendrán según sus pesos de valor de mercado porque esa es la forma en que se define el equilibrio. Por consiguiente, la cartera de mercado debe de ser una de aquellas situada a lo largo de la mitad superior del conjunto de oportunidad de mínima varianza.*
- 2) *La cartera de mercado M, debe ser la cartera de tangencia entre la línea C.M.L. y el conjunto de oportunidades de cartera, dado que es la que maximizara la utilidad.*

4.4. DIVERSIFICACIÓN.

Según estudios realizados por Wagner y Lau (1971), se demostró los efectos de la diversificación sobre el problema de cartera. A medida que aumenta el

número de valores en la cartera, disminuye la desviación estándar de los rendimientos de la misma. Aunque a una tasa decreciente, con reducciones en el riesgo que son más o menos pequeñas después de que se incluyen más de 10 valores en la cartera.

Una forma de reducir el riesgo de la cartera, es combinar o agregar a los activos de cartera existentes los que tienen una correlación contraria a la correlación vigente, es decir, agregar activos con una correlación negativa (o positiva baja) si la correlación de la cartera es positiva o lo contrario.

El riesgo de las carteras, se puede dividir en dos partes: riesgo diversificable (riesgo no sistemático) y riesgo no diversificable (riesgo sistemático). El riesgo diversificable, representa la parte del riesgo que puede ser eliminada por medio de la diversificación. Se obtiene a partir de la ocurrencia de eventos incontrolables o aleatorios. Por lo tanto, entonces el riesgo no diversificable es el que el inversionista deberá de tener en cuenta. Este riesgo para cada activo depende de su comportamiento en el mercado. A continuación se expondrá la forma matemática de deducción de los tipos de riesgo.

Supongamos que los rendimientos de un tipo de acciones están linealmente relacionados con el índice de mercado. La ecuación de regresión lineal sería:

$$\tilde{R}_{i,t} = a + b \cdot \tilde{R}_{M,t} + \tilde{\epsilon}_{i,t} \quad [4.15]$$

donde:

$\tilde{R}_{i,t}$ = el rendimiento sobre i determinado tipo de acciones.

a = el punto de intersección, una constante.

b = el término de la pendiente que mide la relación promedio entre las acciones y el mercado. Recordar $b = COV(R_i, R_M) / VAR(R_M)$.

$\tilde{R}_{M,t}$ = el rendimiento sobre el índice de mercado en el momento.

$\tilde{\epsilon}_{i,t}$ = el término de error aleatorio.

De lo anterior la expresión de la varianza de $R_{i,t}$ se define como:

$$VAR(R_{i,t}) = b^2 VAR(R_{M,t}) + 2 \cdot b \cdot COV(R_{M,t}, \epsilon_{i,t}) + VAR(\epsilon_{i,t}) \quad [4.16]$$

Pero se conoce que el término de error aleatorio, $\epsilon_{i,t}$, es independiente del rendimiento de mercado, $R_{M,t}$. En otras palabras el término de covarianza se hace cero. Por consiguiente, la varianza de $R_{i,t}$ es:

$$VAR(R_{i,t}) = b^2 VAR(R_{M,t}) + VAR(\epsilon_{i,t}) \quad [4.17]$$

Riesgo total = riesgo no diversificable + riesgo diversificable

El análisis de riesgo se puede definir de la siguiente manera:

- 1) El riesgo de una cartera puede medirse por la desviación estándar de su tasa de rendimiento, σ_p .
- 2) El riesgo de un valor individual es su contribución al riesgo de la cartera, es decir su covarianza.

- 3) *La desviación estándar de una acción refleja tanto el riesgo no sistemático, que puede eliminarse mediante diversificación, como el riesgo sistemático, o relacionado con el mercado: tan sólo el componente sistemático del riesgo de un valor es relevante para el inversionista bien diversificado.*
- 4) *El riesgo sistemático de una acción se mide por la covarianza entre sus rendimientos y el mercado general.*

Si gran parte del riesgo de la mayoría de los títulos es sistemático, (como reacción de las fluctuaciones del mercado), entonces el tipo de rentabilidad de toda cartera razonablemente bien diversificada estará muy correlacionada con el del mercado considerado en su conjunto. ¿Pero cuántos títulos ha de considerarse para obtener una cartera “razonablemente bien diversificada”.

Un estudio realizado por Evans (1), proporciona la respuesta. La variabilidad del tipo de rentabilidad se midió para 2400 carteras escogidas de un conjunto de 470 títulos representativos del mercado de Estados Unidos en 1958. Cada una de las primeras 60 carteras incluía sólo un título. Cada una de las siguientes 60 carteras incluía dos títulos (con idénticas cantidades de dólares). Cada una de las 60 últimas carteras incluía cuarenta títulos (los títulos de cada cartera se escogían al azar). Para cada grupo de 60 carteras, se calculó el valor medio de la desviación típica del tipo de rentabilidad de una cartera típica cuya diversificación sea comparable.

(1) Véase [Evans, 1968]

La figura 4.11 muestra los resultados de Evans, los cuales llegaron a aproximar los datos a una función dada por:

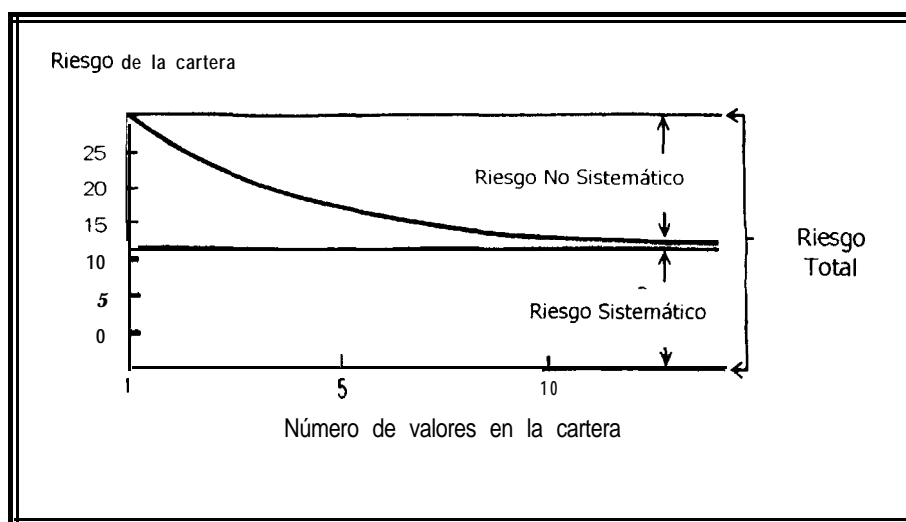
$$\sigma_p = 11.91 + \frac{8.63}{n}$$

donde n , es el número de títulos de la cartera (todos con idéntica cantidad de dólares).

Conforme la figura 4.11, se puede afirmar que la diversificación puede ser altamente beneficiosa. Se puede observar además que a partir de $n=5$ en adelante la variación del riesgo comienza a disminuir y volverse estable, esto indica que un número mayor que 5 y no tan grande, producirá resultados aproximados tomando en consideración el riesgo.

Figura 4.10.

Reducción del riesgo mediante diversificación.



4.5. CARTERAS QUE INVOLUCREN VARIOS ACTIVOS RIESGOSOS CON VARIOS ACTIVOS NO RIESGOSOS.

Consideremos n activos, de los cuales p activos son riesgosos ($p \leq n$), entonces, la expresión del rendimiento de esta cartera (R_c) es:

$$R_c = \sum_{i=1}^n w_i \cdot R_i \quad [4.18]$$

donde R_i es el rendimiento del activo i , y w_i es la parte del capital asignada por el inversionista para este mismo activo.

Cabe indicar que en el mundo real, donde se trabajará con una base de datos históricos compuesta de " T " períodos (meses, días, etc) de datos. Para cada activo i habrá un rendimiento histórico real R_i^t , relacionado con cada período t , donde t oscila de 1 hasta T . En otras palabras, cada activo tendrá T rendimientos históricos. Entonces el rendimiento periódico esperado del activo i se estima:

$$E(R_i) = \frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^T R_i^t \quad [4.19]$$

Como trabajar con toda la población de datos resulta poco eficiente, trabajaremos entonces con muestras representativas, cuyo tamaño dependerá del criterio del inversionista, de lo cual se desprende que tomaremos estimadores muestrales de las respectivas medias y varianzas, como lo es la

ec.[4. 19] para la media de los datos. De lo anterior se desprende el valor esperado de la cartera:

$$E(R_c) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot E(R_i) \quad [4.20]$$

En esta fórmula ya no tomamos por separado los activos riesgosos, de los no riesgosos, dado que de aquí en adelante, se verán en los resultados, la influencia del riesgo en los cálculos. Además para este análisis, la interpretación gráfica la dejaremos de lado ya que nos encontramos trabajando en el espacio n-dimensional, y describir más de tres dimensiones resulta "imposible" de efectuar.

La estimación de la varianza para el activo i es:

$$VAR(R_i) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T [R_i^t - E(R_i)]^2 \quad [4.22]$$

La estimación de la covarianza de los rendimientos para los activos i y j es:

$$COV(R_i, R_j) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_i^t - E(R_i)) \cdot (R_j^t - E(R_j)) \quad [4.23]$$

La varianza de esta cartera de n activos (riesgosos y no riesgosos) es:

$$VAR(R_c) = VAR\left(\sum_{i=1}^n w_i \cdot R_i\right)$$

de la cual desarrollando correctamente obtenemos:

$$VAR(R_c) = \sum_{i=1}^N w_i^2 VAR(R_i) + 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N w_i w_j COV(R_i, R_j) \quad [4.24]$$

Como lo que se pretende lograr es la reducción del riesgo con altos rendimientos esperados, una forma de enmarcar el problema es minimizar la varianza del rendimiento de cartera (es decir, minimizar el riesgo) sujeto a un límite inferior de rendimiento esperado. También pueden existir restricciones sobre la parte de la cartera dedicada a los activos en particular.

La ecuación de varianza de cartera (ec. [4.24]), es la que nos va a servir de clave para resolver el problema de cartera, dado que se ubicara de función objetivo de un problema de programación no lineal, específicamente de programación Cuadrática. (dado el grado de orden 2 implícito en esta función).

4.6 PREFERENCIAS DE ELECCIÓN: RIESGO VS RENDIMIENTO.

Debido a la gran cantidad de activos que se negocian en la Bolsa de Valores de Guayaquil, y por tanto, la existencia de una alternativa inicial de cartera de gran tamaño (referente al número de activos que la conforman), tomando todos éstos en primera instancia, produciría que las ponderaciones de inversión hacia cada activo resultarán en algunos casos despreciables volviendo la asignación de montos a la cartera, ineficiente y poco práctica, hasta en algunos casos casi imposible dados algunos limitantes del mercado, como por ejemplo el capital mínimo de inversión para algunos activos.

De lo anterior se desprende idea de tomar una muestra de tamaño relativamente pequeño (generalmente entre 4 y 10) que involucre a los activos preferentes por el inversionista para conformar su portafolio de inversión. Las formas de elegir esta muestra son diversas, ya que pueden originarse por simple elección del inversionista que utiliza su experiencia para tal efecto, o por diferentes mecanismos de clasificación de activos que permita dar cierta orientación al inversionista para conformar su portafolio. El tamaño de esta muestra no está regido bajo ningún criterio científico, simplemente deberá de ser un número apropiado que permita realizar una inversión eficiente y práctica, a elección del inversionista.

El mecanismo de clasificación de activos que se desarrolló en este trabajo es el que tiende a tomar el rendimiento y el riesgo como medidas de clasificación. El proceso es de la siguiente manera:

Primero se ordena de mayor a menor los activos de acuerdo al rendimiento, calculando su respectivo porcentaje de participación en relación al total de activos (dicho valor corresponde al peso individual del rendimiento en relación al peso total de rendimientos), siendo el mejor, el que mayor peso ostenta.

También se ordenan los activos de acuerdo al riesgo, de igual manera como se hizo con los rendimientos, ahora teniendo la mejor posición aquel que tenga menor medida de riesgo (varianza). Si el inversionista solo considera como objeto de elección el rendimiento, entonces escogerá a los primeros clasificados

según esta medida para conformar el portafolio. Lo mismo se tendría que adecuar si toma al riesgo como su objeto de elección.

Pero como en la mayoría de los casos, lo que se pretende buscar es la mejor combinación que involucre ambas características, se procede a incluir una ponderación "h" para el nivel de rentabilidad ($0 \leq h \leq 1$) y una ponderación (1-h) para el nivel de riesgo, las cuales multiplicadas con la valoración que obtuvieron los activos de acuerdo al rendimiento y riesgo respectivamente obtenemos otra clasificación que fusione estos dos objetos de elección y que sirva de medio de elección de activos para la conformación del portafolio. Esta es una forma más versátil de mecanismo de elección, ya que si el inversionista solamente desea considerar la rentabilidad para elegir los activos, simplemente utilizará un valor de h igual a 1; o si desea darle el mismo peso a la rentabilidad y al riesgo al momento de elegir, entonces asignará un valor a h igual a 0.5.

Ya una vez analizadas las modalidades de conformación de cartera, se procederá a utilizar la programación matemática para la obtención de resultados.

Capítulo V

PROGRAMACIÓN CUADRÁTICA.

5.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo trataremos básicamente con la parte de cálculos del problema de cartera para la obtención de un portafolio óptimo de inversión. Como se vió en el capítulo 4, todo el análisis estadístico desemboca en un problema de “programación matemática”, que a su vez recae en un tipo de problema de “programación cuadrática”. Este tipo de problemas han sido profundamente estudiados por varios entendidos, por tal razón, en la actualidad contamos con distintas herramientas computacionales para su desarrollo, de las cuales utilizaremos una de ellas, el programa SOLVER con su aplicación para el paquete MICROSOFT EXCEL.

5.2. PROGRAMACIÓN CUADRÁTICA.

El problema de programación cuadrática se definirá como la maximización (minimización) de una función objetivo representada en una forma cuadrática, sujeta a restricciones lineales: la representación matemática de dicho problema es:

$$\text{Min. (Max.) } f(X) = c^T \cdot x - 1/2 \cdot x^T \cdot Q \cdot x$$

$$\text{S.A. } A \cdot x \leq b$$

$$x \geq 0$$

Donde :

$$c = \begin{bmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} \quad x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} b_1 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

$$Q = \begin{bmatrix} q_{11} & \dots & q_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ q_{m1} & \dots & q_{mn} \end{bmatrix}$$

donde $X \in E^n$, c es un vector de coeficientes de variables de n componentes, la matriz Q es una matriz simétrica positiva (negativa) semidefinida si el problema es de minimización (maximización), es decir,

$$X^T Q X > 0, \text{ para toda } X \in E^n, \text{ excepto } X=0. \text{ (minimización)}$$

b es un vector de disponibilidad de recursos, A es una matriz de m por n de coeficientes y 0 es un vector de n ceros. Como se observa, el problema de optimización tiene restricciones lineales lo cual garantiza un espacio de soluciones convexo. Si Q es una matriz nula, se convierte en un problema de programación lineal. Como Q es positiva definida, eso implica que $f(X)$ es una función estrictamente convexa y por lo tanto el mínimo si existe, es global (aplicación de condiciones necesarias de Kuhn Tucker). Si Q es negativa definida, $f(X)$ es estrictamente cóncava, y el máximo, si es que existe, es global.

5.3. RELACIÓN CON LA TEORÍA DE CARTERAS.

El objetivo de un análisis de cartera implica la solución de un problema de optimización. Tal problema integra:

- Una o más variables de decisión.
- Una o más condiciones limitativas (restricciones).
- Un objetivo a minimizar.

Las variables de decisión son las proporciones (w) invertidas en los diversos títulos. Hay N títulos y, por lo tanto, habrá N variables de decisión. Varias restricciones pueden aparecer al asignar los valores a las " w ", donde estos valores han de sumar siempre uno. Para nuestro caso los valores de " w "

siempre han de ser no negativos. Pueden existir límites a las cantidades a invertir en los diferentes títulos. El conjunto apropiado de restricciones depende de la situación del inversionista. La función objetivo va a estar dada por la expresión de varianza de cartera, la misma que tendremos que minimizar, entonces el problema queda definido de la siguiente manera:

$$\text{MINIMIZAR } F.O. = \sum_{i=1}^N w_i^2 \cdot \text{VAR}(R_i) + 2 \cdot \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N w_i \cdot w_j \cdot \text{COV}(R_i, R_j)$$

SUJETO A:

$$\sum_{i=1}^n w_i \cdot E(R_i) > D$$

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

$$0 \leq w_i \leq b_i$$

$$0 \leq w_1 \leq b_1$$

$$0 \leq w_N \leq b_N$$

donde D representa la cota mínima esperada del rendimiento y el vector $[b_1, b_2, \dots, b_N]$, representa los límites superiores a las restricciones de las variables de decisión.

5.4. PROGRAMA “SOLVER”.

Microsoft Excel Solver utiliza el código de optimización no lineal (GRG2) desarrollado por la Universidad Leon Lasdon de Austin (Texas) y la Universidad Allan Waren (Cleveland). GRG2 proviene de Método Generalizado del Gradiente Reducido, que es uno de los algoritmos más robustos, para la resolución de problemas no lineales desarrollado por J. Abadie (francés); que nos permitirá la obtención de los resultados del problema de cartera. Aquí se indicara de manera somera el algoritmo en mención, tratando de no caer en detalles ya que ese no es el propósito de esta tesis (1).

5.4.1. ¿PORQUÉ DE LA UTILIZACIÓN DE GRG2?

Se utilizó este algoritmo de programación debido a que reunía los requisitos necesarios para la realización de los cálculos de programación tanto lineal, como cuadrática. Además de ser uno de los códigos que admiten el mayor número de variables y de restricciones, sin tener una gran repercusión en la velocidad de ejecución de los cálculos.

5.4.1.1. EL FUNCIONAMIENTO DE GRG2 COMPARADO CON OTROS ALGORITMOS DE PROGRAMACIÓN.

GRG2 había sido probado en varios estudios comparativos de los códigos de la optimización no lineal. Éstos han sido conducidos por investigadores independientes, y publicados en la literatura científica. A continuación se presentará 2 de los estudios más importantes realizados:

(1) Véase [Abadie L., 1967]

1. Estudio De Schittkowski

Este estudio fue conducido en el año 1980 por K. Schittkowski en Alemania. En este estudio se tomaron 26 códigos, representando todos los algoritmos importantes de la optimización no lineal, fueron utilizados para solucionar 80 problemas aleatoriamente generados, cada uno a partir de 3 diversos puntos de partida (por lo tanto 240 funcionamientos de prueba). Los códigos fueron evaluados para la exactitud, la eficacia, la confiabilidad, y la facilidad de empleo. GRG2 tenía la mejor cuenta de la confiabilidad de todos los códigos probados. Con relación a los otros factores fue ubicado entre los primeros lugares, logrando de esta forma convertirse en uno de los principales exponentes en cuanto algoritmos de programación se refiere.

2. Estudio De Ragsdell-Sandgren

Un estudio comparativo importante de algoritmos de programación no lineales fue terminado en octubre de 1977 por Sandgren y Ragsdell. Se tomó para este estudio 17 códigos de programación, los mismos que fueron probados en 30 problemas de prueba, muchos de los cuales se relacionaron con el diseño de la ingeniería. Una más vieja versión de GRG2 fue incluida en esta prueba. La conclusión general del estudio es que GRG2 solucionó un mayor porcentaje de los problemas de la prueba y era perceptiblemente más rápido que cualquier otro tipo de método.

5.4.1.2. MÉTODO DEL GRADIENTE REDUCIDO.

GRG2 es un programa que soluciona problemas obligados de la optimización no lineal de la siguiente forma:

MINIMICE O MAXIMICE $g_p(X)$,

SUJETO A.:

(límite inferior)

(límite superior)

$$gh_i \leq g_i(X) \leq gb_i \quad \text{para } i=1, \dots, m, \quad i \neq p$$

$$xh_j \leq x_j \leq xb_j \quad \text{para } j=1, \dots, n.$$

X es un vector en variables de n componentes, x_1, \dots, x_n , y las funciones g_1, \dots, g_m que dependen de X .

Cualesquiera de estas funciones pueden ser no lineales. Cualquiera de los límites pueden ser infinitos y cualesquiera de las restricciones pueden estar ausentes. Si no hay restricciones, el problema se soluciona como problema libre de la optimización. Los límites superiores e inferiores en las variables son opcionales y, si se presentan, se tratarán como restricciones adicionales sino se dirigen por separado. El programa soluciona problemas de esta forma por los métodos reducidos generalizados del gradiente.

Capítulo VI

REALIZACIÓN NUMÉRICA.

6.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se ilustrarán algunos ejemplos prácticos sobre el empleo del control óptimo y de la teoría de cartera en el proceso de optimización de inversiones. Para el efecto se utilizará como herramienta de trabajo un programa computacional diseñado con motivo de esta tesis denominado PORTAFOLIO, que sirve expresamente para el desarrollo de este tipo de aplicaciones. (ver en sección Anexos, los respectivos manuales de este programa).

6.2. EJERCICIOS PRÁCTICOS.

6.2.1. CASO 1 (TEORÍA DE CARTERA).

Tomaremos el caso de un inversionista que desea invertir un capital de 500 millones de sucres en títulos negociados en la Bolsa de Valores de Guayquil, preferentemente en "acciones". El inversionista en mención considera con mayor prioridad el grado de riesgo de la inversión que el de rendimiento asignándoles 80% y 20% de ponderación respectivamente al momento de elección. Además el desea diversificar su portafolio con 5 tipos de acciones diferentes, pero desea saber cuáles son aquellas que servirían de mejor alternativa para la elección, es decir está con la duda de las instituciones de las cuales comprará participaciones. De lo expuesto anteriormente ¿cómo el inversionista debería de formar su portafolio de inversión?

Desarrollo.

Primero mediante la condición de asignar una ponderación de 80% de prioridad para el riesgo y del 20% para el rendimiento, vamos a determinar cuáles serían las instituciones bancarias ubicadas en mejor posición de mercado, de las cuales se adquirirán participaciones.

Figura 6.1.

Pantalla de Clasificación de Títulos

TIPO	Renta	Riesgo
1 BANCO FINAGROACCIONES	-0 0111	0 0007
2 BANCO POPULAR-ACCIONES	-0 0012	0 0011
3 BANCO DEL TUNGURAHUA-ACCIONES	-0 0397	00126
4 BANCO IBE GUAYQUIL-ACCIONES	-00059	0 0016
5 BANCO OBTIEACCIONES	-0 0323	0 0239
6 LA CEMENTO NACIONAL-ACCIONES	-0 0001	00014
7 BANCO FINANCORP-ACCIONES	-00034	00016
8 CIA DE CERVEZAS NACIONALES-ACCIONES	-0 0014	00018
9 BANCO DEL PROGRESO-ACCIONES	-00089	00032
10 BANCO DEL PACIFICO-ACCIONES	00038	0 0019
11 PRODUBANCO-ACCIONES	0 0014	0 0029
12 BANCO LA PREVISORA-ACCIONES	0 0007	0 0037
13 CRIDESA-ACCIONES	11 0130	11 0035

Como se puede apreciar en la figura 6.1 vemos que las instituciones:

- Banco Finagro
- Banco Popular
- Banco del Tungurahua
- Banco de Guayaquil
- Banco Cofiec.

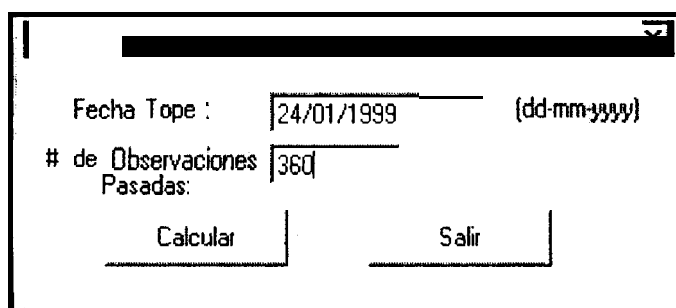
Ocupan las primeras 5 posiciones, y por consiguiente pasarán a formar parte del portafolio de inversión.

Ya conocidas las 5 principales, procederemos a seleccionar un período de tiempo retrospectivo, que nos va a servir de base histórica, para el respectivo cálculo de las asignaciones.

Se tomarán un período 360 atrás de la fecha de corte (fecha del momento de la inversión).

Figura 6.2.

Pantalla de Selección de Período



Fecha Tope : 24/01/1999 (dd-mm-yyyy)

de Observaciones Pasadas: 360

Calcular Salir

Se obtuvo que el Banco Finagro no poseía un número adecuado de datos históricos en la base de datos, por lo cual se consideró ingresar al portafolio, a

la siguiente institución en la lista previamente mostrada. La institución reemplazante fue La Cemento Nacional.

Figura 6.3.

Pantalla de Componentes del Portafolio.

Portafolio	
BANCO POPULAR ACCIONES	
BANCO DEL TUNGURAHUA ACCIONES	
BANCO DE GUAYAQUIL ACCIONES	
BANCO COFIEC ACCIONES	
LA CEMENTO NACIONAL ACCIONES	

El programa nos muestra los diferentes valores de rendimiento y de riesgo para cada uno de los 5 títulos (ver figura 6.4).

Figura 6.4.

Pantalla de Rendimiento y Riesgo

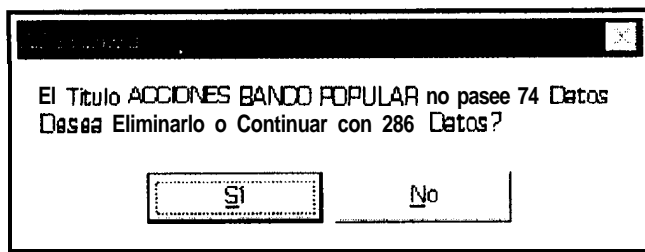
	Emisor	Título	Rendimiento	Riesgo	
1	BANCO POP ACCIONES		0.0289	0.0000	▲
2	BANCO DEL ACCIONES		-0.0834	0.0081	
3	BANCO DE ACCIONES		0.0580	0.0000	
4	BANCO COF ACCIONES		-0.2969	0.0451	
5	LA CEMENTO ACCIONES		-0.0140	0.0000	▼

Dado que para el período asignado el título Acciones del Banco Popular no posee 74 valores (días pasados), que no permitirían el cálculo de las covarianzas con el período seleccionado de 360 días (ver figura 6.5), se tiende

a utilizar el número de datos históricos que permite tal operación (este número simplemente sale tomando por parte del programa el límite de la fecha desde la cual todos los títulos poseen valores de rendimiento), que para este caso resultó ser 286 valores (días pasados).

Figura 6.5.

Pantalla de Advertencia de Período



Después se procede a obtener la matriz de covarianza:

Tabla I.

Pantalla de Matriz de Covarianzas

MATRIZ DE COVARIANZAS				
0.00001	0.00012	0	0.00009	0.00001
0.00012	0.00804	0	0.00563	0.00014
0	0	0	0	0
0.00009	0.00563	0	0.04498	0.00042
0.00001	0.00014	0	0.00042	0.00015

Con la obtención de la matriz de covarianzas, ya conocemos los coeficientes de las variables de asignación de la Función Objetivo del problema de cartera.

Con relación a las restricciones tenemos :

El rendimiento mínimo requerido por el portafolio es: 4% (valor elegido considerando los demás rendimientos)

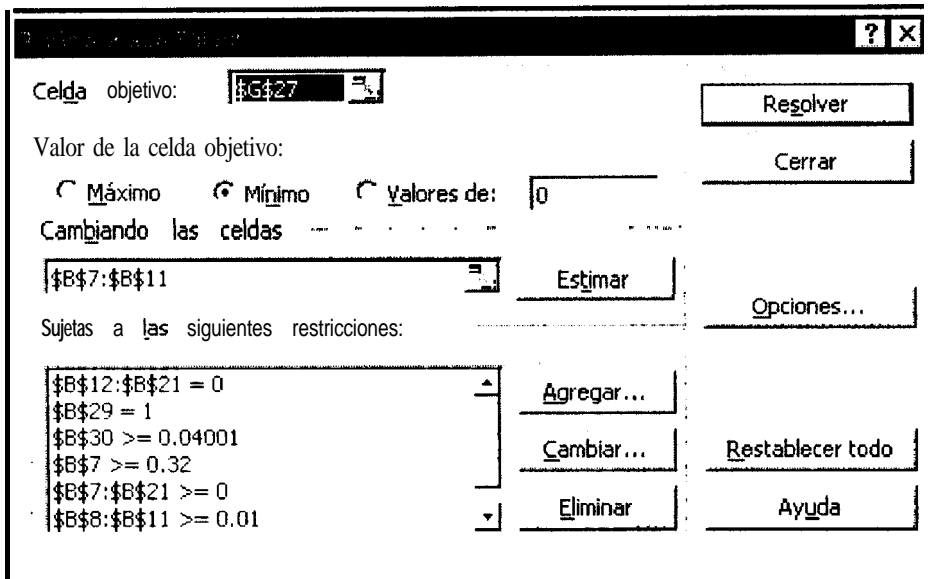
No hay límites superiores para las restricciones de las variables asignables (w).

El límite mínimo de la variable asignable (w) para las acciones del Banco Popular es 0.32.

El límite inferior para las variables asignables de los demás títulos es 0.1.

Figura 6.6.

Pantalla de Parámetros de SOLVER



El valor de las variables asignables, es decir el porcentaje de inversión del monto total para cada título es:

Figura 6.7.

Pantalla de Resultados de SOLVER

Celda objetiv (Mínimo)				
Celda	Nombre	Valor original	Valor final	
\$G\$27	MI NI MIZAR	7.963E-06	0.00007963	
Celdas cambiantes				
Celda	Nombre	Valor original	Valor final	
\$B\$7	PONDERACION	0.319999	0.32	
\$B\$8	PONDERACION	0.01	0.01	
\$B\$9	PONDERACION	0.650002	0.65	
\$B\$10	PONDERACION	0.01	0.01	
\$B\$11	PONDERACION	0.01	0.01	

De la figura 6.7 vemos que las ponderaciones para cada título son:

Tabla II.

Montos óptimos del Portafolio

EMISOR	TÍTULO	PONDERACIÓN	MONTO (sucres)
Banco Popular	Acciones	0.32	160.000.000
Banco del Tungurahua	Acciones	0.01	5.000.000
Banco de Guayaquil	Acciones	0.65	325.000.000
Banco Cofiec	Acciones	0.01	5.000.000
La Cemento Nacional	Acciones	0.01	5.000.000
	TOTAL :	1.00	500.000.000

El riesgo del portafolio fue: 7.963 E-06

El rendimiento del portafolio fue : 0.043 es decir 4.3%

Tabla III.**Análisis Financiero del Banco Popular**

BANCO POPULAR			
	1995	1996	1997
INDICES			
LIQUIDEZ			
Fondos Disponibles/Depósitos a la Hsta	0.500	1.250	1 137
CAPACIDAD PATRIMONIAL			
Pasivo / Patrimonio	3 930	3 550	5 447
Activo / Patrimonio	4 930	4 550	6 447
RENTABILIDAD			
Utilidad Neta / Patrimonio	0 140	0 080	0 092
Utilidad Neta / Activo Total	0 030	0 020	0 013
EFICIENCIA			
Activos productivos / Pasivos con Costo	1 050	1.056	1 118
VALIDAD DE ACTIVOS			
Activos Productivos / Activo total	0 790	0 790	0 501
RIESGO CREDITICIO			
Cartera Vencida / Cartera Total	0 010	0.010	0 010

Vemos en su índice de Liquidez que el banco puede cubrir sus captaciones en el corto plazo tranquilamente.

Su Capacidad Patrimonial, indica que más peso tienen los acreedores, que los mismos dueños de la empresa, en relación a su participación.

Se puede observar en sus índices de rentabilidad, que la empresa si genera ganancias, manteniendo una estabilidad para el patrimonio.

Con relación a los activos productivos, observamos que constituyen un alto porcentaje de los activos totales y su riesgo crediticio es bajo.

Tabla IV.**Análisis Financiero del Banco de Tungurahua**

BANCO DEL TUNGURAHUA			
	1995	1996	1997
INDICES			
LIQUIDEZ			
Activos Disponibles/Depósitos a la vista	0.360	0.420	0.292
CAPACIDAD PATRIMONIAL			
Activo / Patrimonio	5.210	7.520	6.401
Activo / Patrimonio	6.210	8.520	7.401
RENTABILIDAD			
Utilidad Neta / Patrimonio	0.010	0.000	0.015
Utilidad Neta / Activo Total	0.000	0.000	0.002
EFICIENCIA			
Activos productivos / Pasivos con Costo	0.970	0.840	2.976
EFECTIVIDAD DE ACTIVOS			
Activos Productivos / Activo total	0.760	0.700	0.710
RIESGO CREDITICIO			
Cartera Vencida / Cartera Total	0.040	0.040	0.039

Vemos en su índice de Liquidez que el banco no puede cubrir sus captaciones en el corto plazo tranquilamente.

Su Capacidad Patrimonial, indica que más peso tienen los acreedores.

Se puede observar en sus índices de rentabilidad, que la inversión hecha en activos no producen grandes beneficios.

Con relación a los activos productivos, observamos que constituyen un alto porcentaje de los activos totales y su riesgo crediticio puede ser considerado bajo.

Tabla V.

Análisis Financiero del Banco de Guayaquil

BANCO DE GUAYAQUIL			
	1995	1996	1997
INDICES			
LIQUIDEZ			
Fondos Disponibles/Depósitos a la vista	0430	0.420	0439
CAPACIDAD PATRIMONIAL			
Pasivo / Patrimonio	5 270	5.700	7.205
Activo / Patrimonio	6 270	6.700	8.205
RENTABILIDAD			
Utilidad Neta / Patrimonio	0.060	0.110	0.100
Utilidad Neta / Activo Total	0010	0.020	0.012
EFICIENCIA			
Activos productivos / Pasivos con Costo	0.990	0930	1649
CALIDAD DE ACTIVOS			
Activos Productivos / Activo total	0.750	0.700	0.715
RIESGO CREDITICIO			
Cartera Vencida / Cartera Total	0.030	0.060	0.057

Vemos en su índice de Liquidez que el banco puede cubrir sus captaciones en el corto plazo parcialmente.

Su Capacidad Patrimonial, indica que más peso tienen los acreedores, que los mismos dueños de la empresa, en relación a su participación.

Se puede observar en sus índices de rentabilidad, que la empresa si genera ganancias, teniendo que la relación obtenida por el patrimonio es buena.

Con relación a los activos productivos, observamos que constituyen un alto porcentaje de los activos totales, su calidad es elevada y su riesgo crediticio es bajo.

Tabla VI.**Análisis Financiero del Banco Cofiec**

BANCO COFIEC			
INDICES	1995	1996	1997
LIQUIDEZ			
Fondos Disponibles/Depósitos a la vista	2.050	1.100	1 2 3 9
CAPACIDAD PATRIMONIAL			
Pasivo / Patrimonio	4010	4 060	2 188
Activo / Patrimonio	5010	5 060	3 188
RENTABILIDAD			
Utilidad Neta / Patrimonio	0130	0 130	0 095
Utilidad Neta / Actiw Total	0.030	0 030	0027
EFICIENCIA			
Activos productivos / Pasivos con Costo	1.210	1.110	1.560
CALIDAD DE ACTIVOS			
Activos Productivos / Actiw total	0840	0830	0.817
RIESGO CREDITICIO			
Cartera Vencida / Cartera Total	0.020	0 020	0.000

Vemos en su índice de Liquidez que el banco puede cubrir sus captaciones en el corto plazo tranquilamente.

Su Capacidad Patrimonial, indica que más peso tienen los acreedores, que los mismos dueños de la empresa, en relación a su participación.

Se puede observar en sus índices de rentabilidad, que la empresa si genera ganancias, observando una baja en la relación con el patrimonio.

Con relación a los activos productivos, observamos que constituyen un alto porcentaje de los activos totales y su riesgo crediticio es bajo.

Tabla VII.

Análisis Financiero de La Cemento Nacional

LA CEMENTO NACIONAL			
	1995	1996	1997
INDICES			
LIQUIDEZ			
Prueba Ácida	0.661	0.616	0.727
CAPACIDAD PATRIMONIAL			
Pasivo / Patrimonio	0.715	0.766	0.499
Activo / Patrimonio	1.715	1.766	1.499
RENTABILIDAD			
Utilidad Neta / Patrimonio	0.269	0.222	0.251
Utilidad Neta / Activo Total	0.157	0.126	0.167
EFICIENCIA			
Rotación de Inventarios	3.1	3.077	3.383

Vemos que con respecto a su índice de liquidez que la empresa puede cubrir sus obligaciones inmediatas con relativa normalidad.

Su Capacidad Patrimonial, indica que más peso tienen los dueños de la empresa, que los acreedores.

Se puede observar en sus índices de rentabilidad que la empresa sí genera buenas ganancias, manteniendo una estabilidad para el patrimonio.

Con relación a la eficiencia vemos que la rotación de inventarios es aceptable.

Considero que las instituciones seleccionadas presentan índices aceptables (destacan con relación a las demás existentes en el mercado), que les permiten hacerlos tomar en cuenta para la conformación del portafolio.

Gráficos comparativos de los rendimientos de los títulos individuales con el rendimiento del portafolio. *Figura 6.10.*

RENDIMIENTOS: BANCO POPULAR VS PORTAFOLIO

RENDIMIENTOS: BANCO POPULAR VS PORTAFOLIO

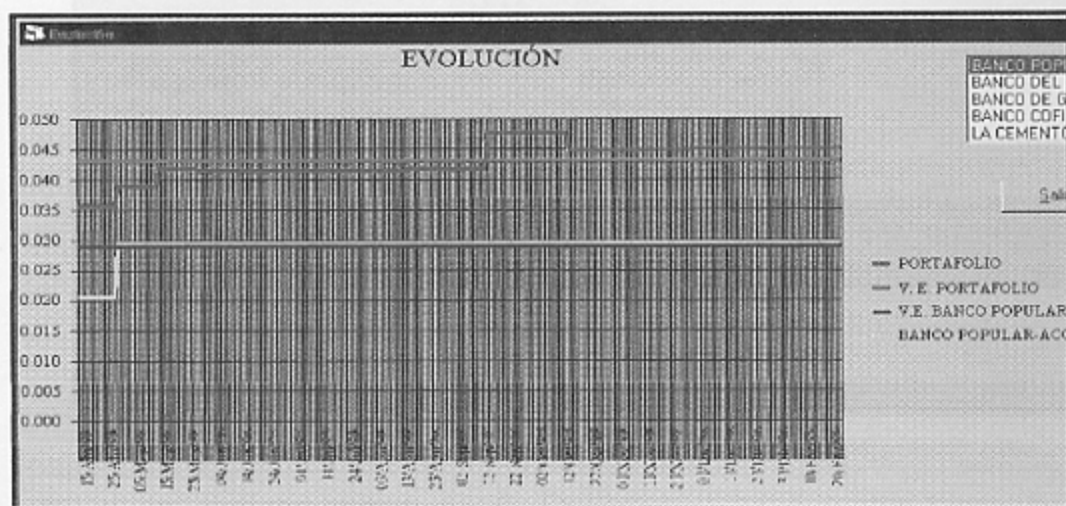


Figura 6.11.

RENDIMIENTOS: BANCO COFIEC VS PORTAFOLIO

Figura 6.9.

RENDIMIENTOS: BANCO DEL TUNGURAHUA VS PORTAFOLIO

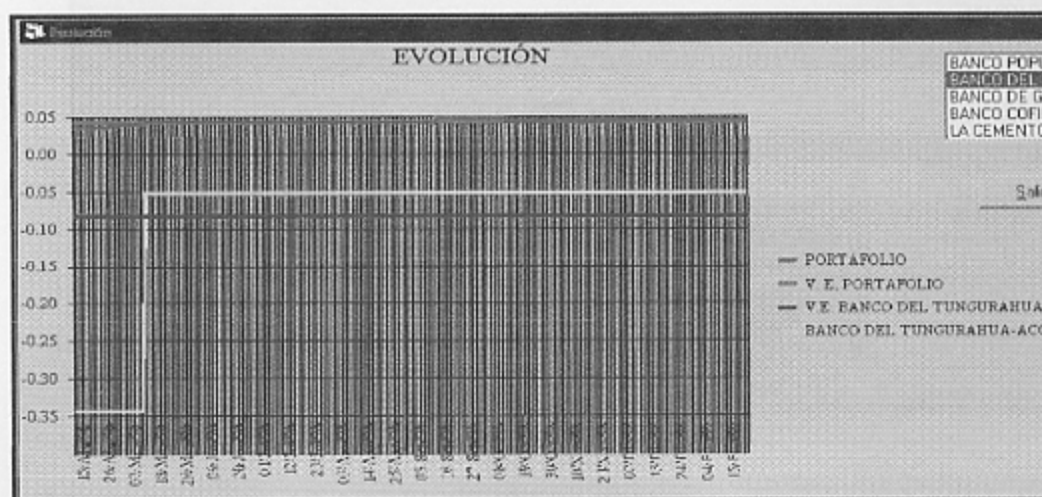


Figura 6.12.

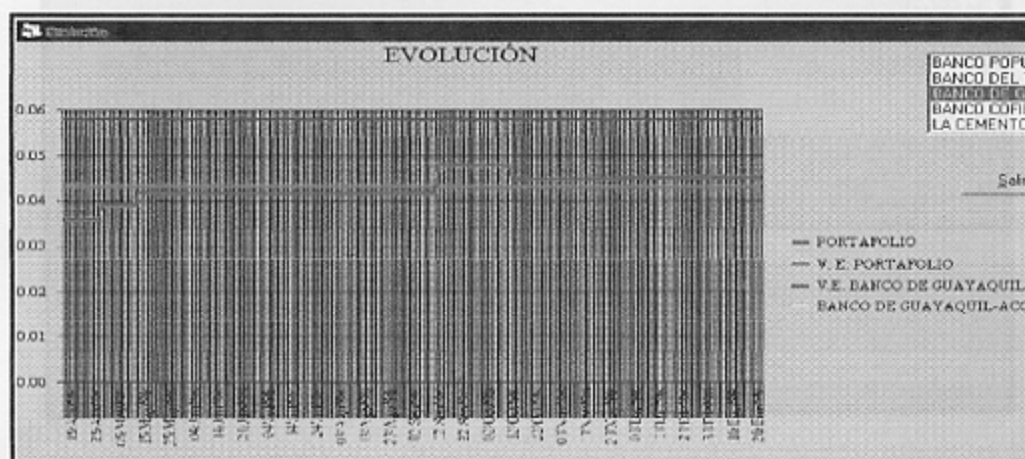
RENDIMIENTOS: LA CEMENTO vs PORTAFOLIO**RENDIMIENTOS: BANCO DE GUAYAQUIL VS PORTAFOLIO**

Gráfico comparativo del riesgo de cada uno de los títulos con el Portafolio.

Figura 6.11.

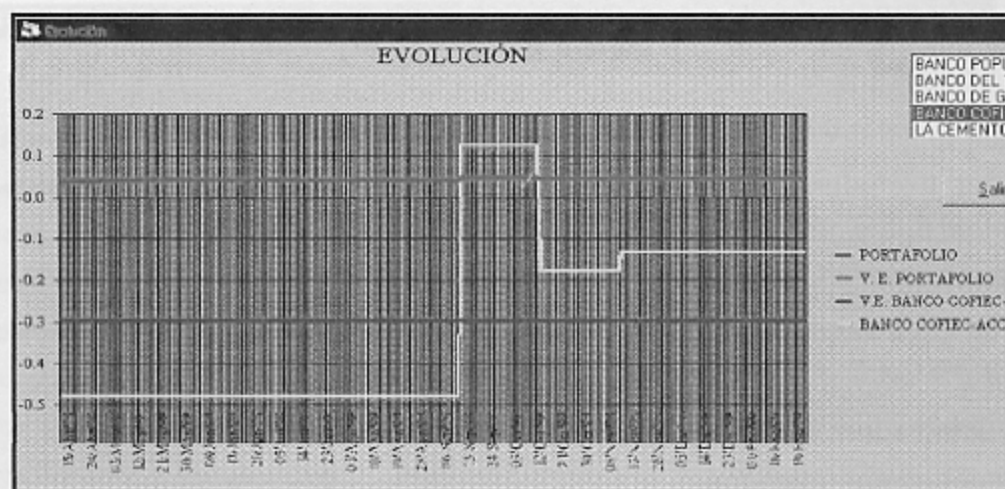
RENDIMIENTOS: BANCO COFIEC VS PORTAFOLIO

Figura 6.12.

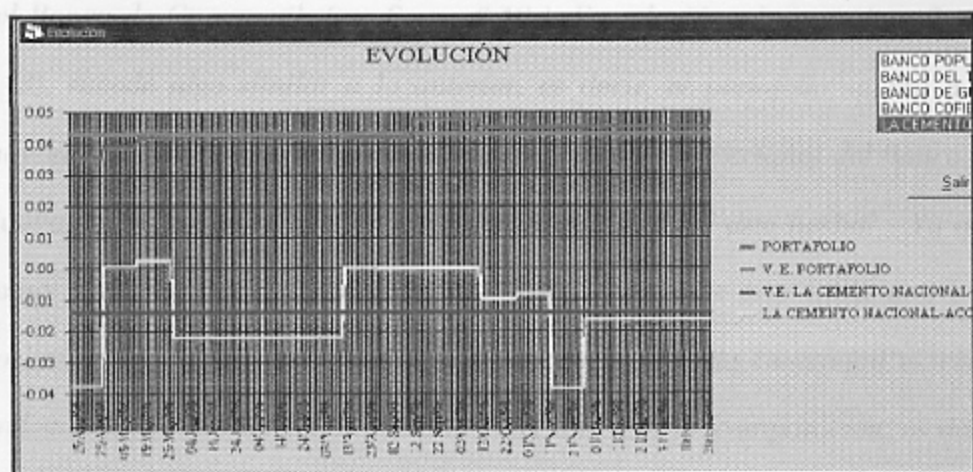
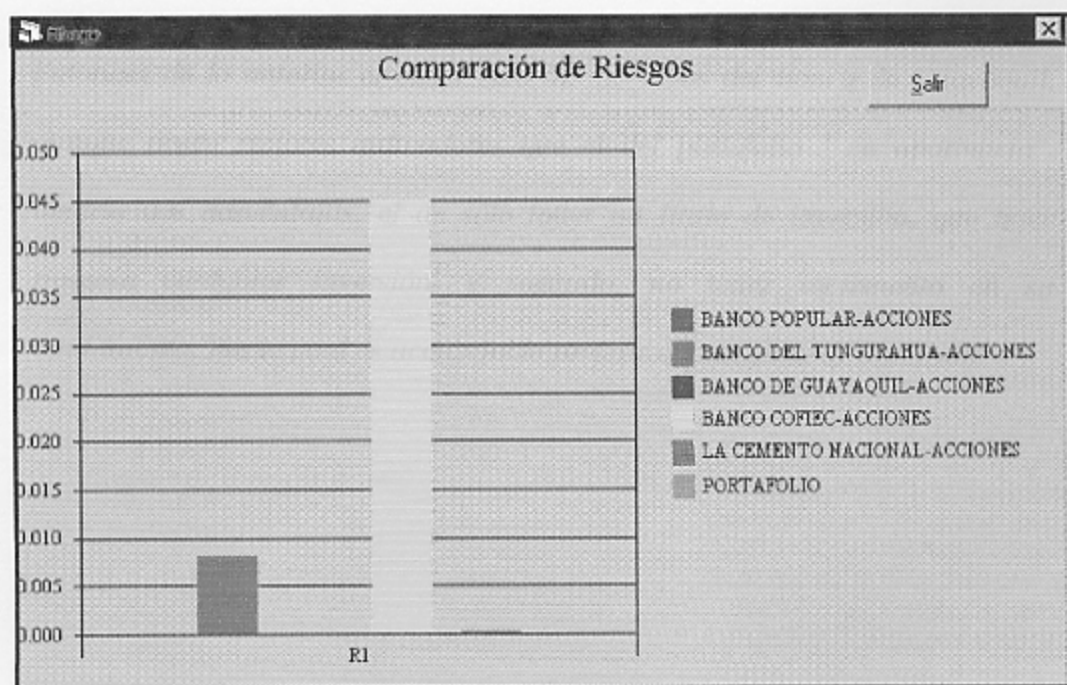
RENDIMIENTOS: LA CEMENTO NACIONAL VS PORTAFOLIO

Gráfico comparativo del riesgo de cada uno de los títulos con el Portafolio.

Figura 6.13.

COMPARACIÓN DE RIESGOS

Como se puede apreciar en los gráficos de comparación de rendimientos, en términos generales el rendimiento del portafolio supera individualmente a la mayoría de los títulos componentes del portafolio, a excepción de las acciones del Banco de Guayaquil, (ver figura 6.10). En relación al riesgo (ver figura 6.13), sucede algo similar a lo anterior, es decir, portafolio supera a la mayoría de los títulos componentes, a excepción de las acciones del Banco de Guayaquil. De aquí surge la pregunta ¿A qué se debe este hecho? Ya que como podemos apreciar en la matriz de Covarianzas (ver tabla 6.1) la varianza del rendimiento de las acciones del Banco de Guayaquil es cero, podemos decir que S.O.L.O. se ha contado con un valor de comparación, es decir que el precio de la acción se ha mantenido constante a través del tiempo, no produciéndose variación, entonces el primer rendimiento obtenido por este último precio se ubicará como rendimiento en los demás días hasta que haya un cambio de precio de la acción, de esta manera es que tenemos mismo rendimiento.

Entonces de lo anterior el elegir solo las acciones del Banco de Guayaquil, aunque posee mejores indicadores que el del portafolio "en apariencia", tendría dos desventajas: el de sólo tener un título de inversión, que hace riesgosa cualquier inversión, y segundo, no tener incremento en su rendimiento. Por lo cual es aconsejable preferir el portafolio de inversión.

6.2.2. CASO 2 (TEORÍA DE CARTERA).

Tomemos el caso de un inversionista, que al igual al del caso 1, desea invertir 300 millones de sucres en títulos negociados en la Bolsa de Valores de Guayaquil; no teniendo preferencia alguna por el tipo de título, simplemente tiene atención por rendimiento de los mismos (no considera en gran proporción el riesgo, motivo por el cual le asigna una ponderación del 25%). Además desea invertir en 4 alternativas. ¿Cuál sería el portafolio óptimo?

Desarrollo.

Primero mediante la condición de asignar una ponderación de 75 de prioridad para el rendimiento y del 25% para el riesgo, vamos a determinar cuáles serían los títulos y sus respectivos emisores ubicados en mejor posición de mercado.

Figura 6.14.

Pantalla de Clasificación de Títulos

TIPO
ABN AMRO BANK-PAGARE
CITIBANK N. A.-PAGARE
BANCO INTERNACIONAL-POLIZA ACUM. ESPECIAL
BANCO SOLIDARIO-PAGARE
BANCO POPULAR-POLIZA ACUM. ESPECIAL
BANCO TERRITORIAL-CEDULA HIPOTECARIA
BANCO AMAZONAS-POLIZA ACUM. ESPECIAL
BANCO DE PRESTAMOS-CEDULA HIPOTECARIA
BANCO DEL PICHINCHA-POLIZA ACUM. ESPECIAL

Como se puede apreciar en la figura 6.14 vemos que los títulos y sus emisores:

- ABN AMRO Bank (Pagaré)
- Citibank (Pagaré)
- Banco Internacional (Póliza de Acumulación)
- Banco Solidario (Pagaré)

Ya conocidas las 4 principales alternativas, procederemos a seleccionar un período de tiempo retrospectivo, que nos va a servir de base histórica, para el respectivo cálculo de las asignaciones.

Se tomarán zm periodo 360 atrás de la fecha de corte (fecha del momento de la inversión).

Figura 6.15.

Pantalla de Selección de Periodo

Fecha T ope : 24/01/1999 (dd-mm-yyyy)

de Observaciones Pasadas: m i - - - - -

SalirCalcular

Se obtuvo que el Banco Solidario no poseía un número adecuado de datos históricos en la base de datos, por lo cual se consideró ingresar al portafolio.

a la siguiente institución en la lista previamente mostrada. La institución reemplazante fue el Banco Popular con su título de Póliza de Acumulación.

Figura 6.16.

Pantalla de Componentes del Portafolio.

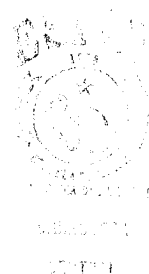
Portafolio	
ABN AMRO BANK-PAGARE	
CITIBANK N. A.-PAGARE	
BANCO INTERNACIONAL-POLIZA ACUM. ESPECIAL	
BANCO POPULAR-POLIZA ACUM. ESPECIAL	

El programa nos muestra los diferentes valores de rendimiento y de riesgo para cada uno de las alternativas (ver figura 6. 17).

Figura 6.17.

Pantalla de Rendimiento y Riesgo.

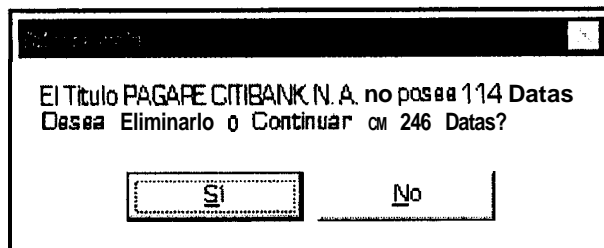
	Emisor	Titulo	Rendimiento	Riesgo
1	ABN AMRO	PAGARE	44.4702	79.4710
2	CITIBANK N	PAGARE	43.9796	0.0508
3	BANCO INT	POLIZA ACI	47.6636	16.7628
4	BANCO POP	POLIZAACI	47.9367	26.2665



Dado que para el período asignado el título Pagaré del Banco Citibank no posee 114 valores (días pasados), que no permitirían el cálculo de las covarianzas con el período seleccionado de 360 días (ver figura 6.18), se tiende a utilizar el número de datos históricos que permite tal operación, que para este caso resultó ser 246 valores (días pasados).

Figura 6.18.

Pantalla de Advertencia de Período



Después se procede a obtener la matriz de covarianza:

Tabla VIII.

Pantalla de Matriz de Covarianzas

MATRIZ DE COVARIANZAS			
79.1466	0.05041	16.3814	20.9042
0.05041	0.0506	0.18701	0.1925
16.3814	0.18701	16.6943	19.712
20.9042	0.1925	19.712	26.159

Con la obtención de la matriz de covarianzas, ya conocemos los coeficientes de las variables de asignación de la Función Objetivo del problema de cartera.

Con relación a las restricciones tenemos :

El rendimiento mínimo requerido por el portafolio es: 46% (valor elegido considerando los demás rendimientos)

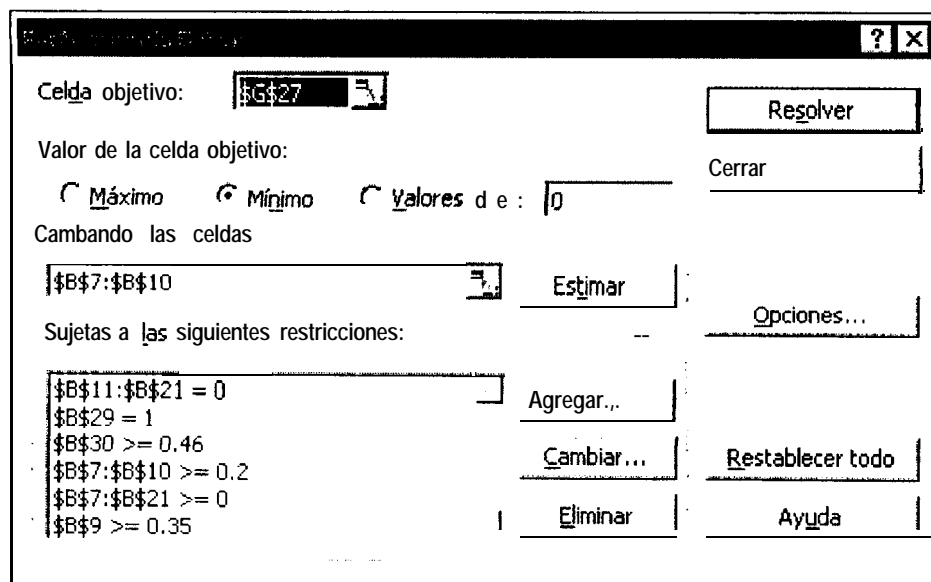
No hay límites superiores para las restricciones de las variables asignables (w).

El límite mínimo de la variable asignable (w) para la Póliza de Acumulación del Banco Internacional es 0.35.

El límite inferior para las variables asignables de los demás títulos es 0.2.

Figura 6.19.

Pantalla de Parámetros de SOLVER



El valor de las variables asignables, es decir el porcentaje de inversión del monto total para cada título es:

Figura 6.20.

Pantalla de Resultados de SOLVER

Celda objetivo (Mínimo)				
Celda	Nombre	Valor original	Valor final	
\$G\$27	MINIMIZAR	13.042868	13.042868	
Celdas cambiantes				
Celda	Nombre	Valor original	Valor final	
\$B\$7	PONDERACION	0.2	0.2	
\$B\$8	PONDERACION	0.25	0.25	
\$B\$9	PONDERACION	0.35	0.35	
\$B\$10	PONDERACION	0.2	0.2	

De la figura 6.20 vemos que las ponderaciones para cada título son:

Tabla IX.

Montos óptimos del Portafolio

EMISOR	TÍTULO	PONDERACIÓN	MONTO (sucres)
ABN AMRO Bank	Pagaré	0.2	60.000.000
Banco Citibank	Pagaré	0.25	75.000.000
Banco Internacional	Póliza de Acumulación	0.35	105.000.000
Banco Popular	Póliza de Acumulación	0.2	60.000.000
	TOTAL :	1.00	300.000.000

El riesgo del portafolio fue: 13.04

El rendimiento del portafolio fue : 0.4615 es decir 46.15%

Gráficos comparativos de los rendimientos de los títulos individuales con el rendimiento del portafolio.

Figura 6.21.

RENDIMIENTOS: ABN AMRO BANK VS PORTAFOLIO

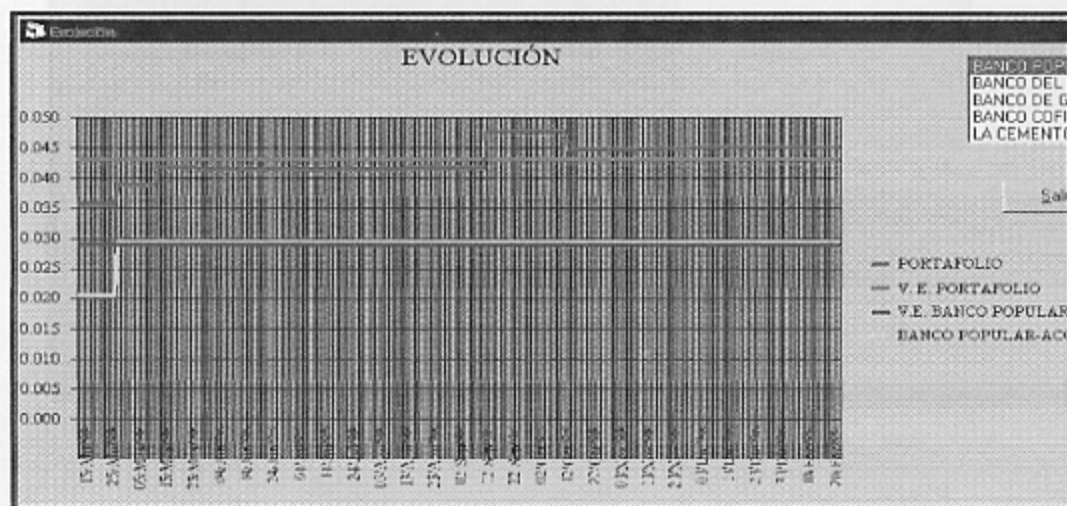


Figura 6.24.

RENDIMIENTOS: BANCO POPULAR VS PORTAFOLIO

Figura 6.22.

RENDIMIENTOS: BANCO CITIBANK VS PORTAFOLIO

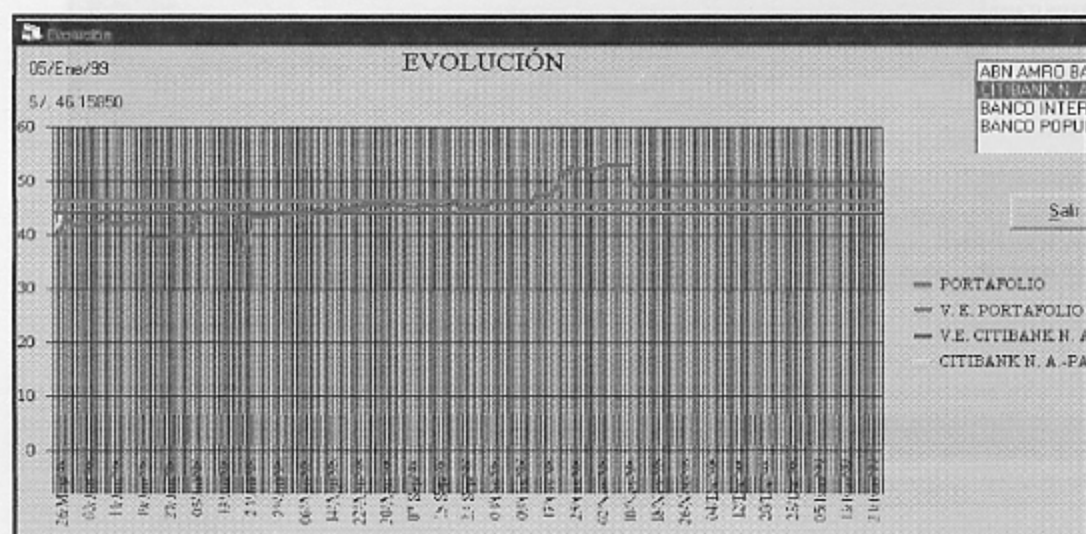


Gráfico comparativo de los rendimientos de los títulos con el Portafolio.

Figura 6.23.

RENDIMIENTOS: BANCO INTERNACIONAL VS PORTAFOLIO

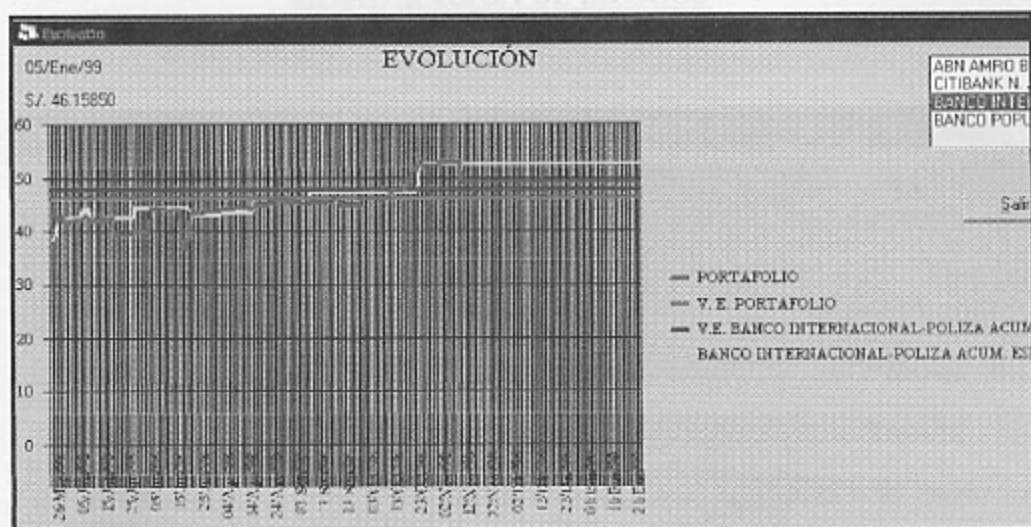


Figura 6.24.

RENDIMIENTOS: BANCO POPULAR VS PORTAFOLIO

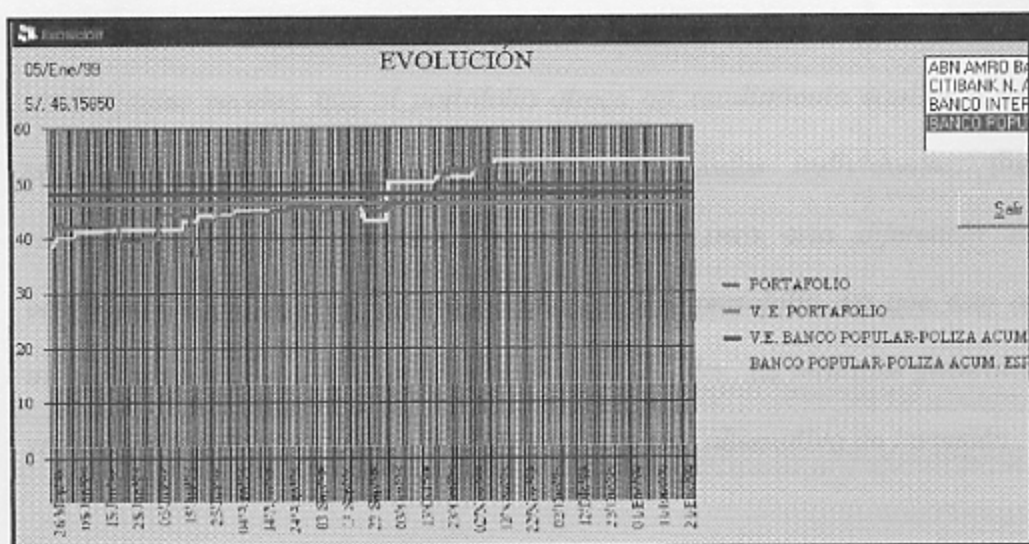
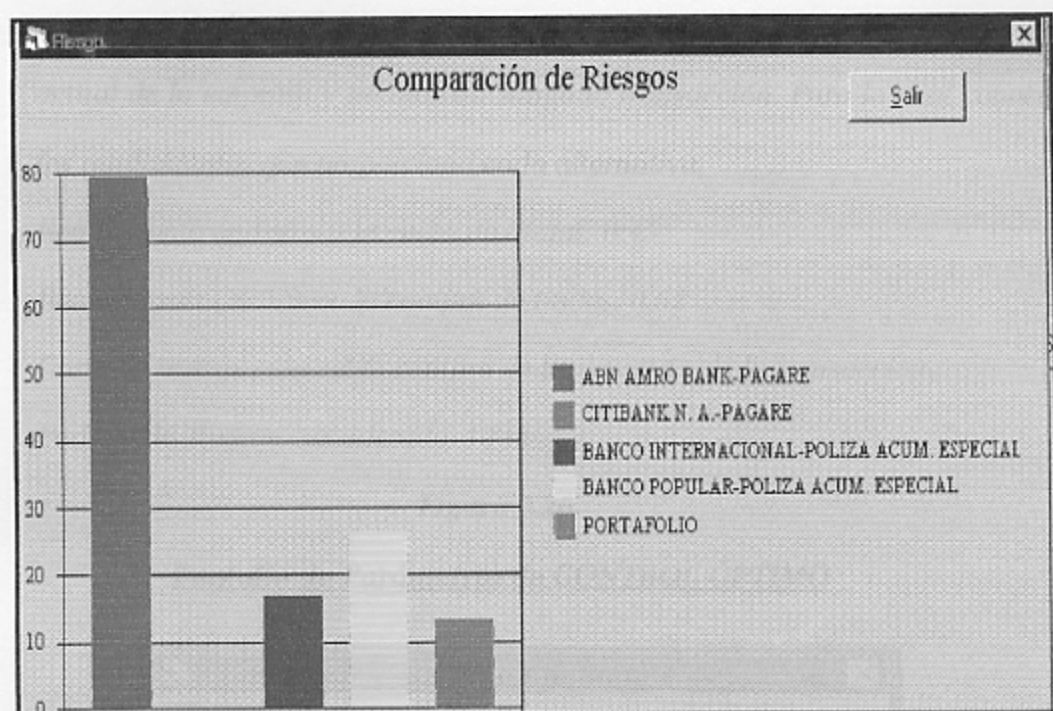


Gráfico comparativo del riesgo de cada uno de los títulos con el Portafolio.

Figura 6.25.

COMPARACIÓN DE RIESGOS



Como se puede apreciar para este caso práctico, los gráficos comparativos de rendimientos revelan que el portafolio ofrece un rendimiento similar a los rendimientos más altos considerando los títulos individuales, (los rendimientos de las pólizas de acumulación), pero esta diferencia es compensada por el nivel de riesgo que ofrece el portafolio, ya que este es menor que el de los títulos previamente mencionados. En términos generales se puede ver que el portafolio constituye una mejor alternativa de inversión.

6.2.3. CASO 3 (TEORÍA DE CONTROL ÓPTIMO).

En esta oportunidad tenemos la incertidumbre de un empresario en relación al manejo de los saldos de tesorería de su empresa. El tiene que tomar una decisión entre comprar títulos negociables en Bolsa, vender títulos de su empresa constituyéndose como agente emisor (acciones), o dejar el estado actual de la empresa y no realizar ninguna transacción. Para lo cual conoce los rendimientos que proporciona cada alternativa.

Rendimiento que ofrece la venta de títulos: 0.45

Rendimiento que ofrece la compra de títulos: 0.52

Costo de transacción sobre compra de títulos: 0.11 de la transacción

Período de Tiempo considerado: 12 meses

Figura 6.26.

Pantalla de Parámetros de CONTROL ÓPTIMO

Control Óptimo

Rendimientos

Tesorería: 0.45

Títulos: 0.52

Costo de Transacción: 0.11

Tiempo : 12 en meses

Calcular

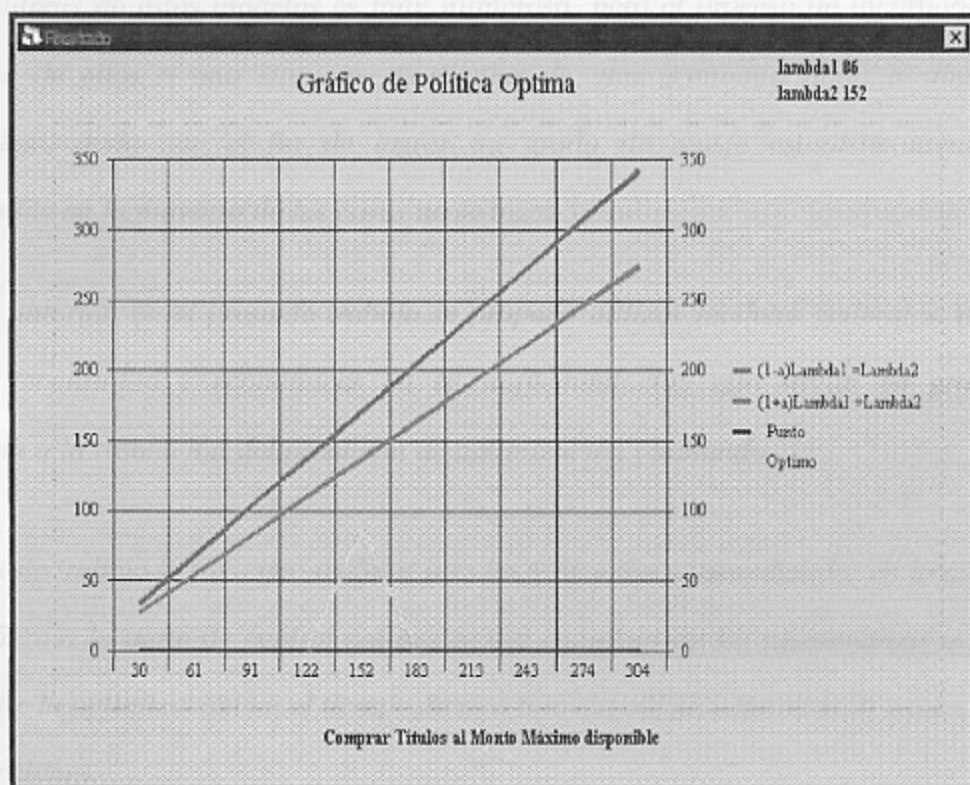
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Resultado de la operación:

Propone comprar títulos al monto de transacción máximo disponible. (ver figura 6.27).

Figura 6.27.

Pantalla de Respuesta de CONTROL ÓPTIMO



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- *El problema de optimización de inversiones radica en la elección de los modelos matemáticos adecuados que nos permitan inferir efizcamente acerca del comportamiento futuro del entorno financiero y de las variables macro y microeconómicas más significativas que repercuten en éste. La lista de alternativas de estos modelos es muy numerosa, pero el proceso de incorporar alguno de ellos a una situación particular de una economía dada es muy complejo, dado que el fin de lograr un grado de ajuste estadísticamente aceptable en la mayoría de los casos no se logra.*
- *De lo anterior, en el presente trabajo se propone utilizar modelos generales, de gran versatilidad y económicos en su implementación que sirvan en gran medida a la resolución del problema de optimización planteado.*
- *Para este trabajo se tuvo que realizar una investigación personalizada en lo que se refiere a la parte de control óptimo: teoría compleja de las matemáticas que permite la optimización en el tiempo de una función objetivo (funcional) sujeta a restricciones.*
- *La ventaja de la utilización del cálculo variacional es que nos permite la obtención de resoluciones analíticas, que proporcionan soluciones de carácter general, reemplazando con esto a métodos como: algoritmos iterativos, técnicas*

heurísticas, búsqueda y evaluación de todas las alternativas admisibles o procesos de simulación, las cuales no conducen a soluciones generalizadas.

- El problema del control óptimo, dado por el modelo de Sethi - Thompson, que trata de determinar los saldos de tesorería nos da una alternativa de solución a los problemas financieros de optimización, en este trabajo simplemente se ha tratado de acoplar el modelo antes mencionado, al problema de cartera para dar una ayuda adicional al inversionista en el proceso de toma de decisiones. Es menester que este trabajo sirva como una ventana abierta a posteriores estudios relacionados con la Teoría del Control Óptimo que es una herramienta matemática poderosa en los problemas de optimización y otros problemas de investigación de operaciones.
- El problema de carteras, a diferencia del de Control Óptimo fue tratado más exhaustivamente ya que enfoca con mayor profundidad la forma de optimizar un portafolio de inversiones bajo un carácter estocástico. La presencia de una base de datos real de rendimientos de los distintos títulos negociados en la Bolsa de Valores de Guayaquil, proporciona más autenticidad en la forma de utilización del modelo de cartera y su aplicación eficiente como ayuda para el inversionista.
- Los resultados de riesgo y rendimiento comparativos presentados por los títulos individuales y los títulos en portafolio, muestran éste último como una mejor forma de invertir capitales, respuesta a la diversificación implícita de los títulos. La aplicación entonces, de la teoría de cartera para la asignación de los montos

óptimos de capital para cada título que conforma el portafolio, resulta factible y valedera, quedando con esto demostrado el objetivo de esta incorporación en el desarrollo de todo este proceso de optimización.

Las limitaciones que se presentan en el modelo de Markowitz para el problema de carteras, son que nos da soluciones de carácter estático, impidiendo con esto el desarrollo de predicciones, o la descripción de alguna tendencia implícita de los puntos óptimos a través del tiempo. Además no permite el análisis de variables exógenas que repercutan en el modelo, como es el caso específico de la variación en el tiempo de los tipos de interés, que influyen directamente con el costo de oportunidad del inversionista.

Se recomienda incorporar en futuros estudios acerca de la teoría de carteras:

- Un análisis relacionado con las distribuciones teóricas de cada uno de los rendimientos de los títulos participantes del portafolio, obteniendo de esta forma medidas comparativas de evaluación.*
- También, de ser posible, incorporar otros factores que en la práctica intervienen para tomar una decisión que sea la óptima como son: la experiencia del inversionista, los plazos de negociación, necesidades financieras del inversionista, en definitiva todo lo que constituye el perfil del inversor.*
- Además la formulación de un modelo dinámico basado en los fundamentos de Markowitz, que incluya variables dependientes del tiempo, como lo sería la variación de las tasas de interés.*

- *Dado la gran cantidad de cálculos, por lo extenso de la base de datos, se desarrolló un programa computacional realizado en el lenguaje de programación Visual Basic, el mismo que queda como base de apoyo para la realización de los distintos cálculos.*
- *Un punto que anotar fue la forma en que se manipularon los datos históricos obtenidos por medio de la ayuda desinteresada del departamento de Estadísticas de la Bolsa de Valores de Guayaquil. Los precios de las acciones manejados, son los respectivos precios corregidos, es decir aquellos precios que han sido ajustados por el pago de dividendos. Los valores de los rendimientos no han sido sometidos a deformaciones. Para los días que no presentaron negociación y se necesitaba almacenar valor para la realización de los cálculos, simplemente se utilizó el último valor marcado en Bolsa.*
- *Esta tesis incorpora varias áreas de la ciencia, como son: el Análisis financiero, la Teoría del Control Óptimo, la Teoría de Carteras, la Programación Cuadrática y por supuesto la Programación Computacional, que concatenadas de la manera expuesta en este trabajo logran un resultado de gran utilidad para la toma de decisiones.*



GLOSARIO DE TÉRMINOS.

- **ACCIÓN.** Denominación bursátil de las acciones de sociedades que se negocian en las Bolsas de Valores.
- **BURSÁTIL.** Término que asocia toda actividad realizada en las Bolsas de Valores
- **COMITENTES.** Personas que forman parte de algún comité o agrupación.
- **CORTO PLAZO.** Corresponde a un período de tiempo comprendido entre 1 y 364 días.
- **DIVIDENDOS.** Pago a los accionistas, generalmente en forma de un cheque trimestral. El dividendo lo declara la junta directiva y generalmente se encuentra determinado por el nivel de utilidades de la empresa.
- **EXTRABIJRSÁTZL.** Todo lo que se realice fuera de los parámetros de las Bolsas de Valores.
- **FIRMA.** Término que se lo asigna a una empresa o compañía.
- **LARGO PLAZO.** Corresponde a un período de tiempo mayor a los 364 días.
- **LIQUIDEZ.** Capacidad de una acción para absorber una gran cantidad de compras o ventas sin que el precio varíe sustancialmente.
- **MANAGEMENT.** Estudio de la administración y dirección de una empresa.
- **PAPELES DE RENTA FIJA.** Son títulos que pagan interés fijo. Su rendimiento está determinado por los intereses que se reciben y por los precios de compra y venta. Se dividen en papeles de corto y largo plazo.

- **PAPALES DE RENTA VARIABLE.** Son títulos con rendimientos variables. Se consideran como tales las Acciones y las Cuotas de Fondo Colectivos de Inversión.
- **POLÍTICAS BANG-BANG.** Políticas dadas a controles Bang-Bang. Estos controles se basan en valores que se desplazan de extremo a extremo, sin pasar por una situación intermedia..
- **PORTAFOLIO.** Conjunto de cuentas o negocios .
- **PRECIO.** Precio expresado como porcentaje del valor nominal de la acción.
- **PRESENCIA BURSÁTIL.** Número de ruedas en que la acción ha sido transada en el último año móvil dividido entre el número de ruedas realizadas durante el último año móvil.
- **PROCESO DETERMINISTA.** Proceso que ocupa un ambiente de certeza.
- **PROCESO ESTOCÁSTICO.** Proceso en el que predomina un ambiente probabilístico.
- **RETORNO ESPERADO.** Monto de ingreso que se espera obtener por la ejecución de una transacción.
- **RUEDA.** Término técnico que se asigna a la actividad diaria de negociación que se realiza en la Bolsa de Valores de Guayaquil.
- **SIGILO.** Manejo secreto que se lleva acerca de algún tipo de información o negociación.
- **UTILIDADES.** Se denomina así al incremento que han sufrido los activos netos de una compañía, en un período contable, sin haber realizado inversiones adicionales.

- **VALOR DE CAPITALIZACIÓN.** *Último precio de acción en sucres multiplicado por el número de acciones en circulación.*
- **VOLÚMEN DE NEGOCIACIÓN.** *Valor de los documentos negociados, sea en valor nominal o efectivo, en la Bolsa de Valores de Guayaquil.*

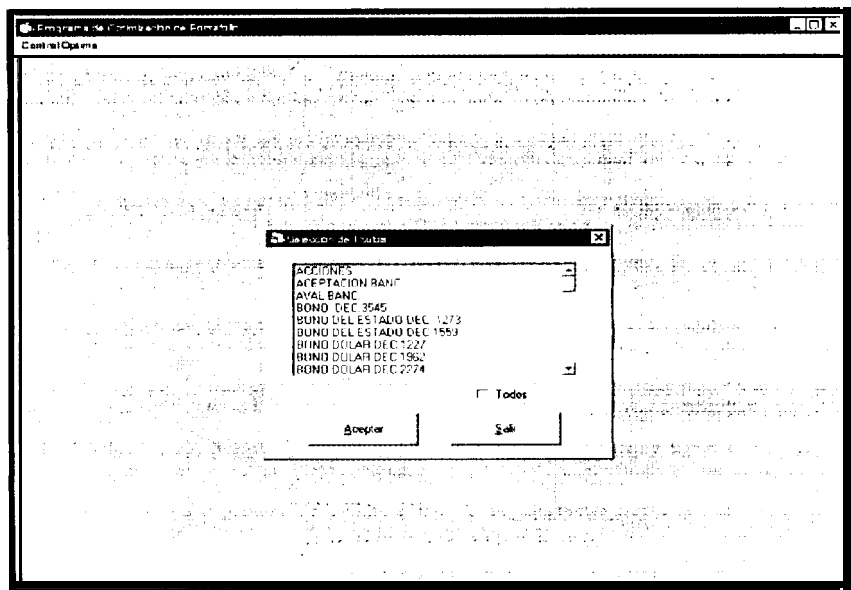
ANEXOS

MANUAL DEL USUARIO DEL PAQUETE COMPUTACIONAL

PORTAFOLIO

La primera pantalla que aparece como presentación, es la que me va a permitir trabajar con el módulo de Control Óptimo o en su defecto con el módulo de Teoría de Carteras.

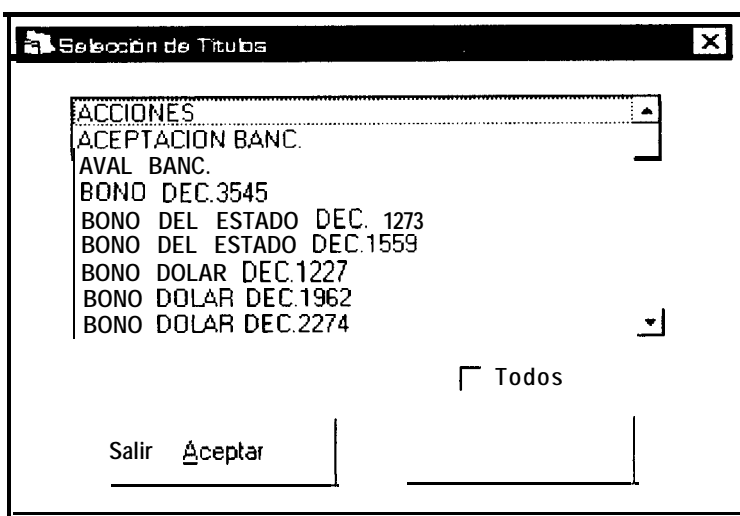
Pantalla 1.



Trabajando con el módulo de Teoría de Carteras.

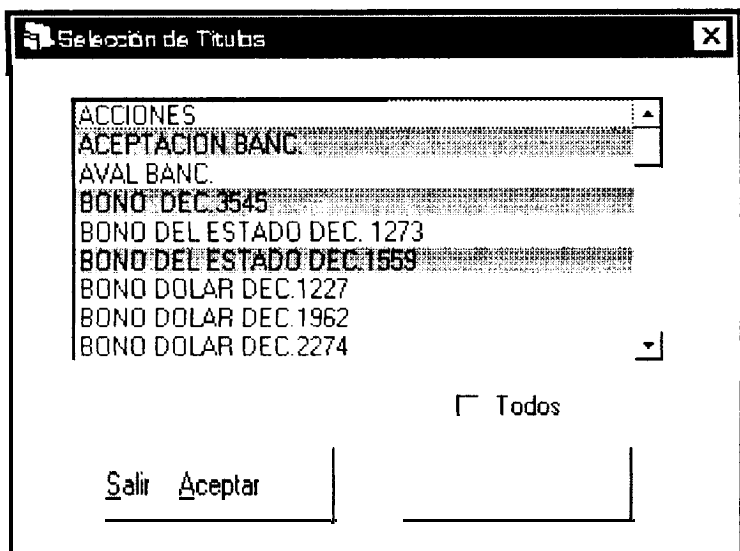
Para comenzar a trabajar con este módulo, el programa me brinda todas las alternativas de elección de títulos negociables en la Bolsa de Valores de Guayaquil (requiere actualización diaria de la base de datos).

Pan talla 2.



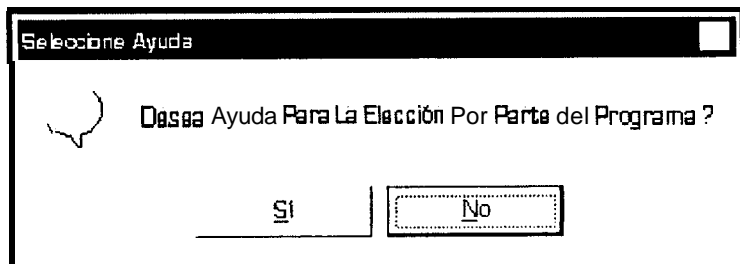
La forma de elegir los tipos de títulos a utilizar en la conformación del portafolio, se lo hace seleccionando con el puntero del ratón (mouse) el tipo de título y presionando el botón derecho del ratón. Entonces el título seleccionado aparecerá remarcado con un color característico (este color depende de la configuración del monitor con el que se esté trabajando).

Pan talla 3.



Una vez elegidos los tipos de títulos el programa presenta alternativa de ayuda al usuario, el mismo que decidirá si hace uso de ella (pasa a la pantalla 5) o no (pasa a la pantalla 6).

Pantalla 4.



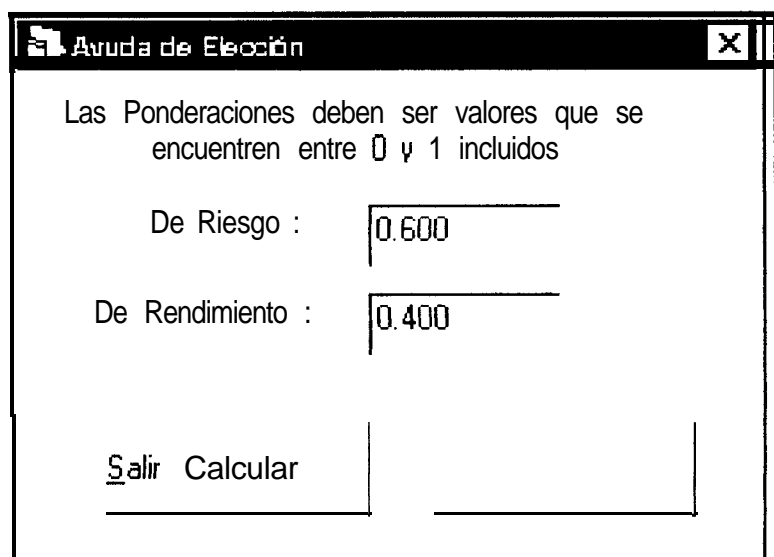
Seleccione Ayuda

¿Desea Ayuda Para La Elección Por Parte del Programa ?

SI No

De haber elegido la alternativa de ayuda, el programa presenta una pantalla, en la cual el usuario debe asignar proporciones al riesgo y al rendimiento según sean sus prioridades de elección en ese momento.

Pantalla 5.



Ayuda de Elección

Las Ponderaciones deben ser valores que se encuentren entre 0 y 1 incluidos

De Riesgo :

De Rendimiento :

Una vez proporcionados los valores de riesgo y rendimiento, el programa brindará la respectiva clasificación de los títulos considerando las prioridades antes mencionadas. Si el usuario no hace uso de la ayuda, simplemente el programa mostrará los títulos por orden alfabético.

Pantalla 6.

Control Óptima

TITULO	Rendimiento	Riesgo
1 BANCO BOLIVARIANO ACEPTACION BANC	8.8294	0.0000
2 MINISTERIO DE FINANZAS BONO DEL ESTADO DEC 1993	51.3333	0.2222
3 SOLBANC ACEPTACION BANC	34.2000	0.0003
4 BANCO DEL AUSTRO ACEPTACION BANC	30.1146	4.4713
5 BANCO POPULAR ACEPTACION BANC	29.8211	166.5737
6 BANCO DEL PACIFICO ACEPTACION BANC	19.3579	147.7011
7 BANCO FILANBANC ACEPTACION BANC	16.6070	264.1247
8 BANCO LA FRENTEIRA ACEPTACION BANC	17.5994	78.9341
9 BANCO CONTINENTAL ACEPTACION BANC	17.1782	96.1441
10 BANCO DEL PROGRESO ACEPTACION BANC	12.4247	9.1966
11 FINASFI ACEPTACION BANC	10.2745	0.7207
12 MINISTERIO DE FINANZAS BONO DEC 3545	8.9278	4.3467
13 BANCO DE LA VISTA ACEPTACION BANC	11.4590	0.0000

3

Salir

Incluir | Eliminar

Portafolio

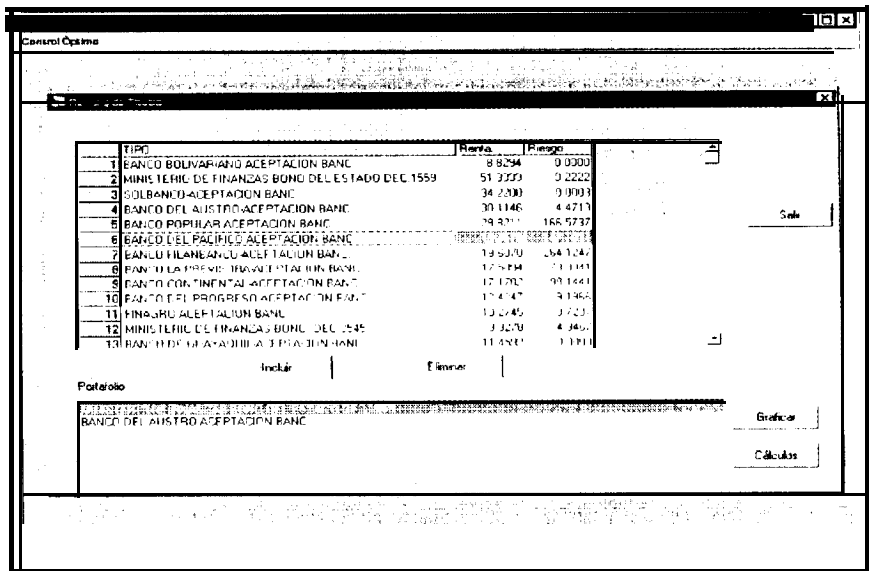
Graficar

Cálculos

Para comenzar a incorporar títulos al portafolio, se selecciona por medio del ratón, el título respectivo, para luego hacer uso de la opción "incluir" mostrada en la pantalla 6 , lo que producirá la inclusión de ese título en el portafolio. Los

componentes del portafolio se mostrarán en un recuadro inferior de la misma pantalla. (ver pantalla 7).

Pantalla 7.



Para esa misma pantalla 7, podremos observar un botón denominado "calcular", el cual le ordena al programa realizar los cálculos de los respectivos indicadores de rendimiento y riesgo de cada uno de los títulos del portafolio. Al momento de usar esta opción el programa muestra una ventana que indica el tiempo (cantidad de datos a considerar) que deseamos tomar de referencia para estos cálculos (ver pantalla 8). La fecha que aparece en primera instancia es la fecha del momento en que se está haciendo uso del programa, la misma que es tomada de la memoria del computador.

Pantalla 8.

The screenshot shows a window with a title bar. Inside, there are two input fields. The first is labeled 'Fecha Tope :' and contains the date '16/02/1999' with '(dd-mm-yyyy)' to its right. The second is labeled '# de Observaciones Pasadas:' and is empty. Below these fields are two buttons: 'Calcular' on the left and 'Salir' on the right.

Si alguno de los títulos elegidos no posee información histórica comprendida en el período de tiempo propuesto , el programa muestra una ventana que indica si se desea continuar los cálculos con el número de observaciones que posee el título en mención, o simplemente no se lo toma en cuenta. Este procedimiento se ejecutará para todos los títulos que no posean toda la cantidad de información requerida (ver pantalla 9).

Pan talla 9.

The dialog box has a title bar that says 'Advertencia'. The main text reads: 'El Título ACEPTACION BANC. BANCO LA PREVISORA no posee 258 Datos Desea Eliminarlo o Continuar con 102 Datos?'. At the bottom, there are two buttons: 'Si' (highlighted with a dashed border) and 'No'.

Una vez aceptado el número de observaciones con las que se va a trabajar, el programa muestra los resultados. Para continuar con el proceso de optimización, se deberá presionar el botón de “covarianza” (ver pantalla 10)

Pantalla 10.

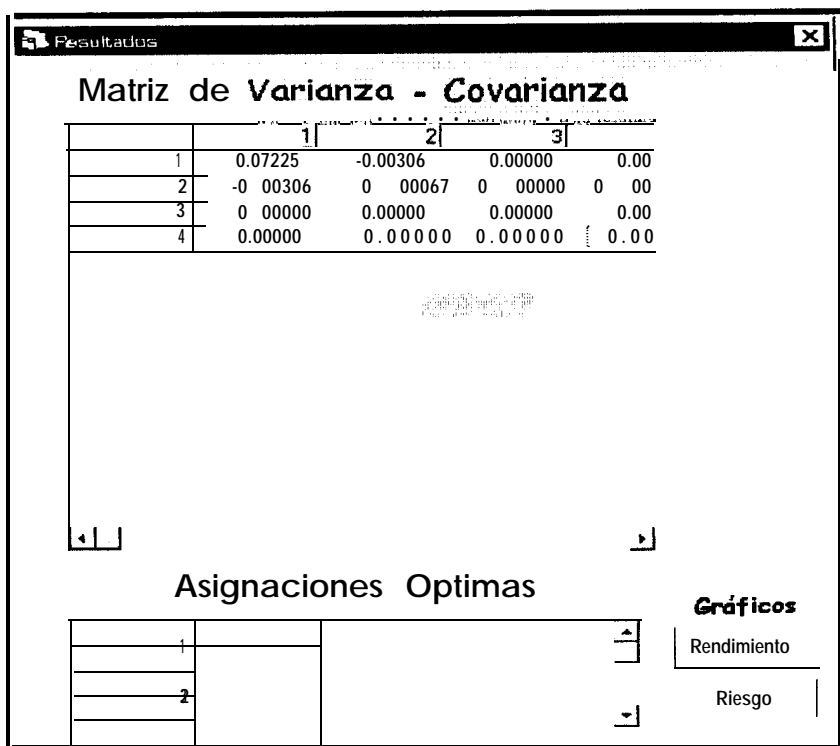
Resultados				
	Emisor	Titulo	Rendimiento	Riesgo
1	BANCO DEL ACEPTACI		15.4290	0.0730
2	BANCO FILA ACEPTACI		12.3831	0.0007
3	BANCO LAI ACEPTACI		15.0077	0.0000
4	BANCO DEL ACEPTACI		15.4573	0.0000

	1	2	3	4
1998/11/09	14.2453	12.6414	15.0077	15.4573
1998/11/10	14.2453	123805	15.0077	15.4573
1998/11/11	13.3569	12.3805	15.0077	15.4573
1998/11/12	15.4743	123805	15.0077	15.4573
1998/11/13	154743	12.3805	15.0077	15.4573
1998/11/14	154743	12.3805	15.0077	15.4573
1998/11/15	154743	123805	15.0077	15.4573
1998/11/16	154743	123805	15.0077	154573
1998/11/17	154743	12.3805	15.0077	154573
1998/11/18	154743	123805	15.0077	154573
1998/11/19	15.4743	12.3805	15.0077	154573
1998/11/20	15.4743	12.3805	15.0077	15.4573
1998/11/21	15.4743	12.3805	15.0077	15.4573
1998/11/22	15.4743	12.3805	15.0077	15.4573
1998/11/23	154743	123805	15.0077	154573

Luego de haber hecho uso de la opción covarianza, el programa realizará los respectivos cálculos que mostrarán la matriz de varianza-covarianza de los datos inmersos en las operaciones (ver pantalla 11).



Pantalla 11.

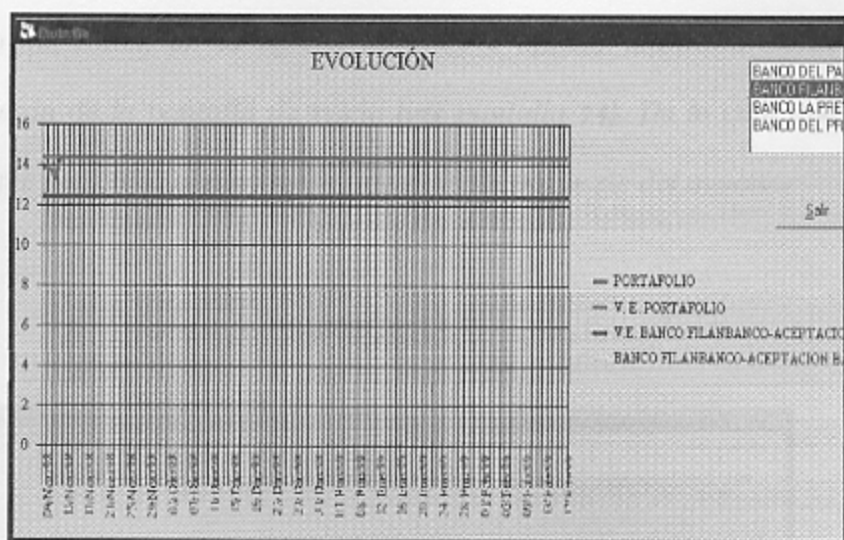


Después de aparecer la pantalla de covarianzas, el programa sufre una ruptura en sus operaciones, ya que esperará de otras fuentes ser alimentado en sus asignaciones óptimas. Este proceso lo realiza el programa SOLVER de microsoft excel, indicado en la parte de realización numérica de este trabajo. (este enlace automatizado no se pudo realizar debido a que no se poseían las herramientas de ayuda necesaria). Una vez proporcionados dichas cantidades, se puede hacer uso en la parte de gráficos de la misma pantalla los resultados comparativos de los rendimientos (ver pantalla 12), y de los riesgos (ver pantalla 13) de los diferentes títulos y del portafolio.

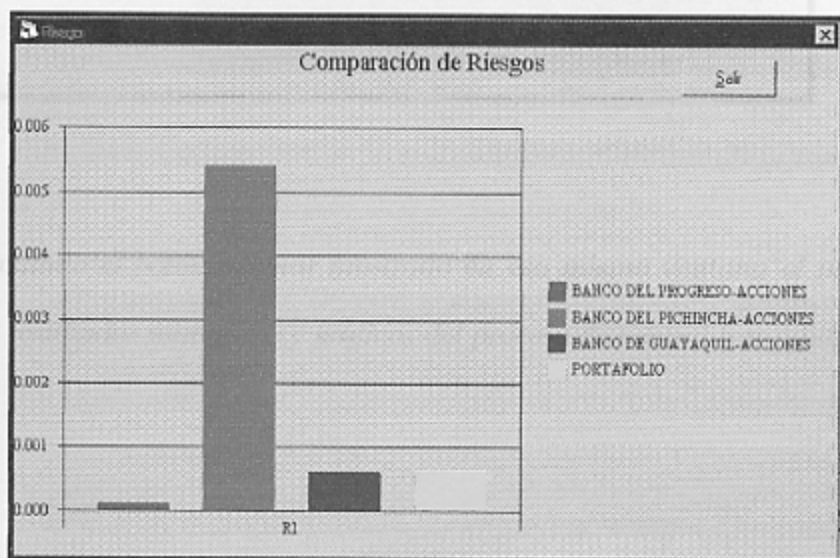
Trabajando con el módulo de Control Óptimo.

Este módulo es más sencillo dado que el número de entidades de información al programa tan solo es 4. El acceso a esta ventana se lo puede realizar presionando el botón derecho superior izquierdo de la barra de herramientas.

Pantalla 12.



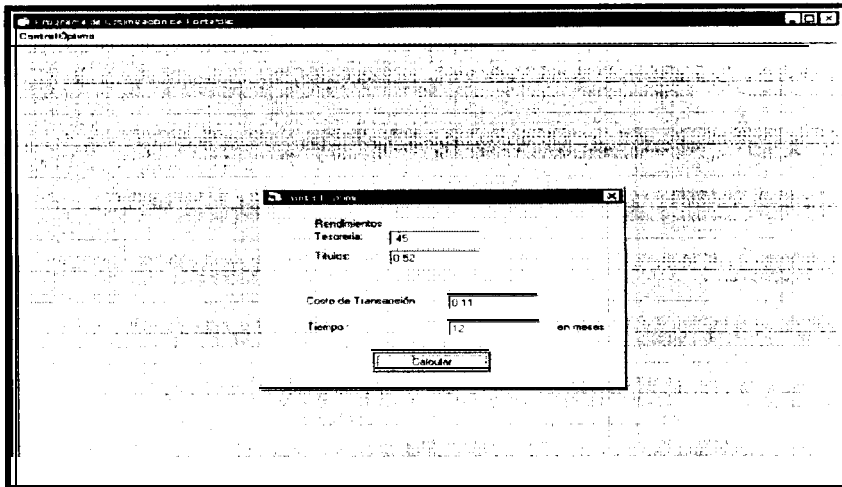
Pantalla 13.



Trabajando con el módulo de Control Óptimo.

Este módulo es más sencillo dado que el número de entradas de información al programa tan solo es 4. El acceso a este módulo se lo puede realizar presionando el botón derecho del ratón, en la opción de control óptimo mostrada en la parte superior izquierda de la pantalla de inicio (ver pantalla 14). De lo cual aparecerá una ventana que permitirá el ingreso de información por parte del usuario.

Pantalla 14.



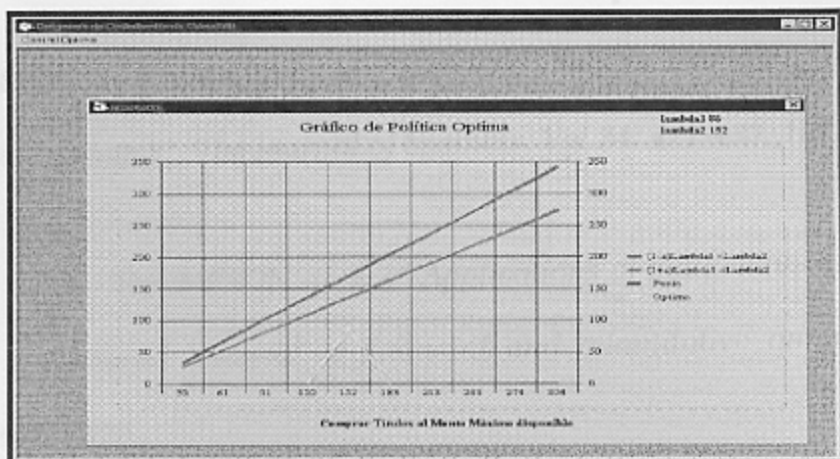
Luego presionando el botón aceptar mostrado en esa misma ventana el programa mostrará los resultados numéricos y gráficos del proceso de control (ver pantalla 15).

BIBLIOGRAFÍA

1. INTREBLAGAN, M.D. *Optimización matemática y teoría económica*.

Praxis 1981, 1975.

Pantalla 15



Finalmente para terminar la sesión con el programa simplemente seleccionaremos el botón "x" mostrado en la esquina superior derecha de la pantalla de inicio del programa.

4. MÁXIMO HERRERA VERA, "Teoría del Capital Óptimo", Hispano Europea Interamericana, México, 1991.

6. BOLSA DE VALORES DE GUAYAQUIL, "Capital, Base de datos financiera", Volumen II, 1998.

BIBLIOGRAFÍA

1. *INTRILAGATOR, M . D . Optimización matemática y teoría económica. Prin tice Hall 1973.*
2. *MODIGLIANI , F -MILLER, M "Dividend Policy, Growth , and the valuation of shares", The journal of business, Vol 34: 41 1-433, 1961.*
3. *SETHI, S. P. – THOMPSON, G. L., " Applications of mathematical control theory of finance", Journal of financial and quantitative analysis, Vol 5:381-394, 1970..*
4. *MÁXIMO BORREL VIDAL, "Teoría del Control Óptimo", Hispano Europea S.A., Barcelona España, 1985.*
5. *JEFFREY B. LITTLE, "Cómo entender las Bolsas de Valores ", McGraw-Hill Interamericana, México ,1991.*
6. *B O L S A D E V A L O R E S D E G U A Y A Q U I L, "Capital, Base de datos financiera". Volúmen II. 1998.*