

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA-ESTADÍSTICA



ANÁLISIS DE UN MÉTODO MATEMÁTICO EN PROGRAMACION LINEAL PARA LA SELECCIÓN DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN EN LA BOLSA DE VALORES NICARAGÜENSE MEDIANTE LA COMPARACIÓN DEL MODELO DE MINIMIZACIÓN DEL RIESGO Y DEL MODELO DE MAXIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO USANDO WINQSB.

AUTORES

Br. NORVIN BONIFACIO CAMPOS GRANADOS

Br. RODRIGO ANTONIO REYES VELÁSQUEZ

Br. LEDY JANETTE QUEZADA MARTÍNEZ

REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS ACTUARIALES Y FINANCIERAS

TUTOR: MSc. JOSE ALBERTO CERDA CAMPOS

LEON, NICARAGUA, C.A.

ABRIL, 2015

"A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD"

"Nunca consideres el estudio como una obligación si no como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber".

Albert Einstein

DEDICATORIA

A mis padres porque todo lo que soy se los debo a ellos y por inculcar en mí la importancia de estudiar. A la familia Cerda Granados por el apoyo incondicional en todo momento.

Norvin Bonifacio Campos Granados

A mis padres por su amor y apoyo incondicional y desmedido, por nunca perder las esperanzas, a mi bella esposa, mi compañera por su comprensión y en especial, a mi hijo por convertirse en mi principal fuente de motivación. A mi tutor José Alberto Cerda Campos por su paciencia y apoyo durante toda esta etapa de mi vida.

Rodrigo Antonio Reyes Velásquez

A mi bella madre por su eterno apoyo y comprensión, pues es mi fuente de energía y la luz de mis ojos, por sumergirme en el maravilloso mundo del saber. A mi padrino, tutor y amigo José Alberto Cerda Campos por todo su apoyo mostrado hacia mí en todo momento. A mi tío Salvador Enmanuel Martínez por no permitir desvanecer mis sueños.

Ledy Janette Quezada Martínez

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios al cual le debemos todo, por la sabiduría entregada y sus enseñanzas brindadas a través de su palabra que es fuente de vida.

A nuestro querido Tutor MSc. José Alberto Cerda Campos, nos ha dado todo para conseguir desarrollar este proyecto: Ánimos, sugerencias, tiempo, tranquilidad, conocimiento y sobre todo fe en nosotros para concluir con éxito. Nuestro agradecimiento a él por todo su apoyo durante tantos años como maestro, éste no se compensa ni con la amistad que le profesamos; sea este trabajo una pequeña muestra de gratitud.

De forma muy especial agradecemos al MSc. David Alberto Cerda Granados y a la MSc. Yadira Antonia Granados por sus interesantes comentarios y aportes a nuestra tesis.

A nuestros padres y seres queridos que nos apoyaron en todo momento para la finalización exitosa de esta etapa académica. A nuestros Maestros, amigos y a todas las personas que nos brindaron su apoyo.

A todos ellos hacemos constar nuestro agradecimiento y a los amaneceres de nuestro querido León que tantas veces nos han visto teclear en el silencio del Alba.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
ALCANCE Y LIMITACIONES	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
OBJETIVOS	6
MARCO TEÓRICO	7
1. MERCADO FINANCIERO	7
2. ¿CÓMO INVERTIR EN LOS MERCADOS FINANCIEROS?	10
3. VALORES	10
3.1 VALORES NEGOCIABLES	11
3.2 VALORES NO NEGOCIABLES	12
3.3 ESQUEMA DE TÍTULOS VALORES	13
4. BOLSA DE VALORES DE NICARAGUA	14
4.1 TIPOS DE MERCADO	16
4.2 TIPOS DE VALORES NEGOCIABLES EN NICARAGUA.	17
5. RENDIMIENTO	19
6. RIESGO	19
6.1 TIPOS DE RIESGO	20
7. PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN	22
7.1 TIPOS DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN.....	23
8. INSTRUMENTOS DEL MERCADO FINANCIERO PARA LA SELECCIÓN DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN	24
8.1 MÉTODO DE MARKOWITZ	24
8.2 SERIES DE TIEMPO.	27
8.3. MODELO BLACK & SCHOLES.	27
8.4 FÓRMULAS FINANCIERAS PARA COMBINACIÓN DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN. (CAPITAL ASSETS PRICING MODEL CAPM).	29

9. SELECCIÓN DEL PORTAFOLIOS DE ACTIVOS CON RIESGO.....	30
10. MODELO MATEMÁTICO PARA SELECCIONAR LA CARTERA DE INVERSIÓN POR MEDIO DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL.	31
11. SELECCIÓN DE LA CARTERA DE INVERSIÓN.	34
12. PROGRAMACIÓN LINEAL Y ENTERA.....	35
13. WINQSB	36
13.1 GENERALIDADES DEL SOFTWARE WINQSB.	36
13.2 MÓDULOS QUE CONFORMAN WINQSB	37
13.3 CREANDO UN NUEVO PROBLEMA DE PROGRAMACIÓN LINEAL O ENTERA.	40
13.4 MODELO MATEMÁTICO	43
13.5 INGRESANDO EL MODELO	44
13.6 INTRODUCCIÓN DE DATOS.....	45
13.7 RESOLVIENDO UN PROBLEMA.....	46
13.8 RESOLVIENDO EL EJEMPLO	47
13.9 ENTENDIENDO LA MATRIZ FINAL	47
13.10 LA TABLA FINAL DEL SIMPLEX	49
DISENO METODOLOGICO	50
1. TIPO DE ESTUDIO REALIZADO.....	50
2. TIPO DE MUESTREO	50
3. MÉTODOS.....	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
1. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE PROGRAMACIÓN LINEAL DE MAXIMIZACIÓN	52
2. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE PROGRAMACIÓN LINEAL DE MINIMIZACIÓN DE RIESGO.....	55
3. SOLUCIÓN DEL MÉTODO MATEMÁTICO.....	60
4. CONSIDERACIONES FINALES.....	61
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES.....	63
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS.....	66
GLOSARIO	71

INTRODUCCIÓN

La Bolsa de Valores es aquella organización privada que ofrece a sus miembros, en consonancia con los mandatos de sus clientes, las facilidades necesarias para que puedan entre otras cosas, introducir órdenes, realizar negociaciones de compra-venta de títulos valores, como las acciones de sociedades o compañías anónimas, bonos públicos, privados, títulos de participación, certificados y una amplia variedad de instrumentos de inversión.

Las negociaciones de valores en los diversos mercados bursátiles que estas organizaciones llevan a cabo se hacen tomando unos precios conocidos y determinados en tiempo real, siempre en torno a un clima de máxima seguridad y confianza para los inversionistas, porque el mecanismo de cualquier transacción que se haga se encuentra debidamente regulado con antelación, lo que claro, garantiza esta seguridad que se menciona. Una de las funciones de las Bolsas de Valores es la de fortalecer el mercado de capitales e impulsar tanto el desarrollo financiero como económico de la parte del mundo en la cual se hallen establecidas. Muchas de ellas existen desde hace varias décadas, en tanto, las primeras entidades de este tipo fueron creadas durante los primeros años del siglo XVII.

Son tres los elementos que participan activamente en las operaciones de las Bolsas de Valores: Demandantes de capital (empresas, organismos públicos o privados y otros entes), los oferentes de capital (ahorristas, inversionistas) y los intermediarios.

La negociación de valores en la bolsa se hace entonces a través de los miembros, conocidos popularmente como corredores, sociedades de corretaje de valores, casas de bolsa, agentes, comisionistas. Para poder acceder a la cotización de sus valores en la Bolsa, las empresas deberán primero hacer públicos sus estados financieros, porque será a través de

estos que se podrán determinar los indicadores que permiten saber la situación financiera de una determinada compañía. Existen ciertos métodos de análisis de datos para la selección de portafolios de inversión entre ellos: El método de Markowitz, curva de Black & Scholes, método financiero (CAPM), series de tiempo y el método matemático (programación lineal), método que se estará ejecutando en esta investigación.

El método matemático en las interpretaciones del mercado de títulos valores ha venido siendo mitificado por su complejidad y estructuración, sin tener en cuenta el grado de efectividad y confiabilidad que este aporta al momento de la toma de decisiones, para saber con mayor certeza si invertir, conservar o desechar un portafolio.

ANTECEDENTES

El Origen de la Bolsa como Institución se da al final del siglo XV en las ferias medievales de la Europa occidental, en ellas se inició la práctica de las transacciones de valores mobiliarios y títulos. El término "Bolsa" apareció en la ciudad de Brujas (Bélgica) al final del siglo XVI, los comerciantes solían reunirse, para llevar a cabo sus negocios, en un recinto de propiedad de Van der Bursen.

De allí derivaría la denominación de "bolsa", que se mantiene vigente en la actualidad. En 1460 se creó la Bolsa de Amberes, primera institución bursátil en un sentido moderno. Para 1570 se crea la Bolsa de Londres y en 1595 la de Lyon. La Bolsa de Nueva York nació en 1792 y la de París en 1794; sucesivamente fueron apareciendo otras Bolsas en las principales ciudades del mundo. La primera Bolsa reconocida oficialmente fue la de Madrid en 1831.

La Bolsa de Valores de Nicaragua (BVDN) es fruto de una iniciativa del sector privado nicaragüense fundada con el objetivo de impulsar el desarrollo y modernización del sistema financiero nicaragüense, en el marco de un proceso de liberalización de mercados emprendidos desde el año de 1990. Las primeras operaciones bursátiles de la historia de Nicaragua se llevaron a cabo el 31 de enero de 1994. La Bolsa de Valores de Nicaragua es el único mercado organizado de valores que existe en el país y que garantiza la transparencia y la seguridad de las operaciones de compra y venta de títulos valores.

Esta institución es una sociedad anónima, de carácter privado, fundada por la mayoría de los bancos privados y estatales, y por grupos empresariales sólidos representativos de diferentes sectores de la economía nacional.

ALCANCE Y LIMITACIONES

La bolsa de valores de Nicaragua por su naturaleza actúa como ente regulador y moderador de la comercialización de títulos valores existentes en el mercado, por ende, son responsables de la presentación de informes de los movimientos efectuados en determinado periodo. El presente trabajo da a conocer una nueva herramienta definida de manera sencilla, clara y precisa dirigida a toda persona natural o jurídica interesada en el tema de inversión de valores en Nicaragua. La principal limitante que se encontró fue que únicamente se le pudo dar seguimiento a tres entidades inscritas en la bolsa de valores de Nicaragua (BCN, AGRICORP Y MHCP). Dado que son las que presentan mayor frecuencia de comercialización de títulos valores.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Toda persona natural o jurídica que tenga presente el afán de maximizar los rendimientos que puede obtener de su capital, tiene la necesidad de encontrar herramientas que le ayuden a definir, el por qué, dónde y el cómo invertir.

El creciente y relativamente nuevo mercado de bolsa de valores en nuestro país es uno de los capítulos más importantes dentro del desarrollo de la estabilidad económica, por representar un gran porcentaje de inyección de capital al sistema financiero, permitiendo con esto fortalecer la confianza de los inversionistas nacionales e internacionales, además de hacer más atractiva la oferta de valores en el país.

En el presente trabajo se tomaron muchas inquietudes de los investigadores así como otras planteadas por la carrera Ciencias Actuariales y Financieras por algunos vacíos presentados en los componentes (Análisis de instrumentos de inversión, finanzas y matemática financiera) que abordan el tema de inversión en la bolsa de valores. Es por esto que nace la necesidad de realizar el estudio con el objetivo de dinamizar las opciones de adquisición de carteras mediante el conocimiento de técnicas de valuación de las inversiones en la bolsa, así como los diversos instrumentos que podemos encontrar en el mercado y sus características que nos llevan a elegir con mayor claridad la cartera óptima para cada persona o entidad interesada en la inversión.

El desarrollo del estudio pretende definir una nueva alternativa para la selección de una cartera de inversión en la bolsa de valores de Nicaragua. El modelo matemático, (programación lineal), es una opción sencilla de aplicar y que el inversionista puede utilizar al momento de valorar las alternativas que se presenten al instante de hacer una inversión.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar un método de selección de portafolio de inversión en la bolsa de valores Nicaragüense mediante la comparación del modelo de minimización del riesgo y del modelo de maximización del rendimiento usando WINQSB.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Examinar el modelo de maximización del rendimiento para la selección del valor óptimo en cada variable del espacio de solución.
- Evaluar el modelo de minimización de riesgo para la selección del valor óptimo para cada variable del espacio de solución.
- Comparar las diferencias de los modelos para escoger la mejor opción de inversión.

MARCO TEÓRICO

1. Mercado financiero

Calvo, Cuervo, Parejo y Rodríguez definen el mercado financiero como un espacio (no se exige que sea un espacio físico concreto) en el que se realizan los intercambios de instrumentos financieros y se definen sus precios. En general, cualquier mercado de materias primas podría ser considerado como un mercado financiero si el propósito del comprador no es el consumo inmediato del producto, sino el retraso del consumo en el tiempo.

Los mercados financieros están afectados por las fuerzas de oferta y demanda. Los mercados colocan a todos los vendedores en el mismo lugar, haciendo así más fácil encontrar posibles compradores. A la economía que confía ante todo en la interacción entre compradores y vendedores para destinar los recursos se le llama economía de mercado, en contraste con la economía planificada.

Los mercados financieros en el sistema financiero, facilitan:

- El aumento del capital (en los mercados de capitales).
- La transferencia de riesgo (en los mercados de derivados).
- El comercio Internacional (en los mercados de divisas).

Son usados para reunir a aquellos que necesitan recursos financieros con aquellos que los tienen.

Según Cuervo et al. (2008), los mercados financieros pueden ser divididos en los siguientes subtipos:

a) Por los activos transmitidos

Mercado monetario: Se negocia con dinero o con activos financieros con vencimiento a corto plazo y con elevada liquidez, generalmente activos con plazo inferior a un año.

Mercado de capitales: Se negocian activos financieros con vencimiento a medio y largo plazo, básicos para la realización de ciertos procesos de inversión.

Mercados bursátiles: Proveen financiamiento por medio de la emisión de acciones y permiten el subsecuente intercambio de estas.

Mercados de bonos: Proveen financiamiento por medio de la emisión de bonos y permiten el subsecuente intercambio de éstos. El mercado financiero es una vía por la cual se esclarecen diversidad de géneros económicos.

b) En función de su estructura

Mercados organizados: Son mercados que están regidos por ciertos lineamientos.

Mercados no-organizados denominados en inglés ("Over The Counter"): Las operaciones que se realizan dentro de estos mercados no están bajo ninguna norma establecida, sino que dependen de los acuerdos a los que lleguen las partes.

Según la fase de negociación de los activos financieros

Mercado primario: Se crean activos financieros. En este mercado los activos se transmiten directamente por su emisor.

Mercado secundario: Sólo se intercambian activos financieros ya existentes, que fueron emitidos en un momento anterior. Este mercado permite a los tenedores de activos financieros vender los instrumentos que

ya fueron emitidos en el mercado primario (o bien que ya habían sido transmitidos en el mercado secundario) y que están en su poder, o bien comprar otros activos financieros.

Según la perspectiva geográfica

Mercados nacionales: La moneda en que están denominados los activos financieros y la residencia de los que intervienen es nacional.

Mercados internacionales: La moneda en que están denominados los activos financieros y la residencia de los que intervienen es internacional.

Según el tipo de activo negociado

Mercado tradicional: En el que se negocian activos financieros como los depósitos a la vista, las acciones o los bonos.

Mercado alternativo: En el que se negocian activos financieros alternativos tales como inversiones en cartera, pagarés, factoring, propiedad raíz (ej. a través de derechos fiduciarios), en fondos de capital privado, fondos de capital de riesgo, fondos de cobertura (hedge funds), proyectos de inversión (ej. infraestructura, cine, etc.) entre muchos otros.

Otros mercados

Mercados de commodities (mercancías): permiten el comercio de commodities.

Mercados de derivados: proveen instrumentos para el manejo del riesgo financiero.

Mercados de forwards: que proveen contratos forward estandarizados para comerciar productos a una fecha futura.

Mercados de seguros: permiten la redistribución de riesgos variados; véase contrato de seguro.

Mercado de divisas: permiten el intercambio de monedas extranjeras o divisas.

2. ¿Cómo invertir en los mercados financieros?

Existen cientos de miles de productos financieros que son cotizados en cientos de mercados bursátiles alrededor del mundo. Los de mayor prestigio son los cotizados en los EEUU. Para invertir en los mercados financieros se necesita una cuenta con una corredora de prestigio global, y aprender las herramientas necesarias para interpretar los diferentes mercados bursátiles.

Hay varias modalidades de inversionistas y el estilo de cada una depende del tiempo necesario para observar los mercados. Los tiempos de especulación nos brindan una amplia oferta de personalidades de inversión que va desde los inversores a largo plazo hasta los especuladores del intradía.

El análisis técnico es la herramienta esencial para pronosticar el movimiento futuro de los precios de todos los productos cotizados en los distintos mercados financieros. Es una técnica insustituible que optimiza la entrada y salida de los mercados, disminuyendo considerablemente la exposición al riesgo.

3. Valores

El término inversión significa la asignación de fondos para la adquisición de valores o de bienes reales con el fin de obtener una utilidad o un interés. Los valores son los derechos vendidos como pueden ser acciones, sociedades, etc. y los bienes reales son aquellos que son tangibles, como bienes raíces, joyas, entre algunos otros.

Debido a que el interés de esta tesis se centra en los valores, comenzaremos por describirlos más detalladamente, para lo cual los dividiremos en dos grupos: valores negociables y valores no negociables.

3.1 Valores Negociables

Son los que se pueden comprar o vender en bolsas de valores o mercados informales, es decir, en mercados conocidos como organizados, el mercado informal está formado por casas de bolsa y corredores. Los mercados organizados pueden dar paso al mercado continuo, es decir, que se compran y vendan acciones a cada momento, donde unas acciones son más vendidas que otras. Hay que destacar cinco características importantes de este mercado:

Frecuencia de ventas: Con que velocidad cambian de dueño los valores.

Dispersión estrecha: Diferencia entre el precio solicitado por el vendedor y ofrecido por el comprador.

Cambios mínimos en precios: Mientras más pequeña sea la dispersión, menor será el cambio que se dé en el precio.

Ejecución rápida: Tan pronto se toma la decisión de vender o comprar se puede poner la oferta en el mercado.

Liquidez: Las cuatro características mencionadas con anterioridad permiten que este mercado tenga una mayor liquidez, es decir puede transformar sus valores en dinero en un período corto de tiempo sin tener que castigarlos mucho.

El invertir el dinero en valores negociables conlleva riesgos, pero también tiene algunas ventajas sobre otro tipo de bienes:

1. Es muy fácil adquirir información actual sobre el precio de los valores.

2. Se puede invertir tanto cantidades grandes como pequeñas.
3. Los costos de comisión son bajos respecto a los cobrados en la venta de otro tipo de bienes.
4. Los inversionistas encuentran protección de diferentes órganos de vigilancia.

3.2 Valores no negociables

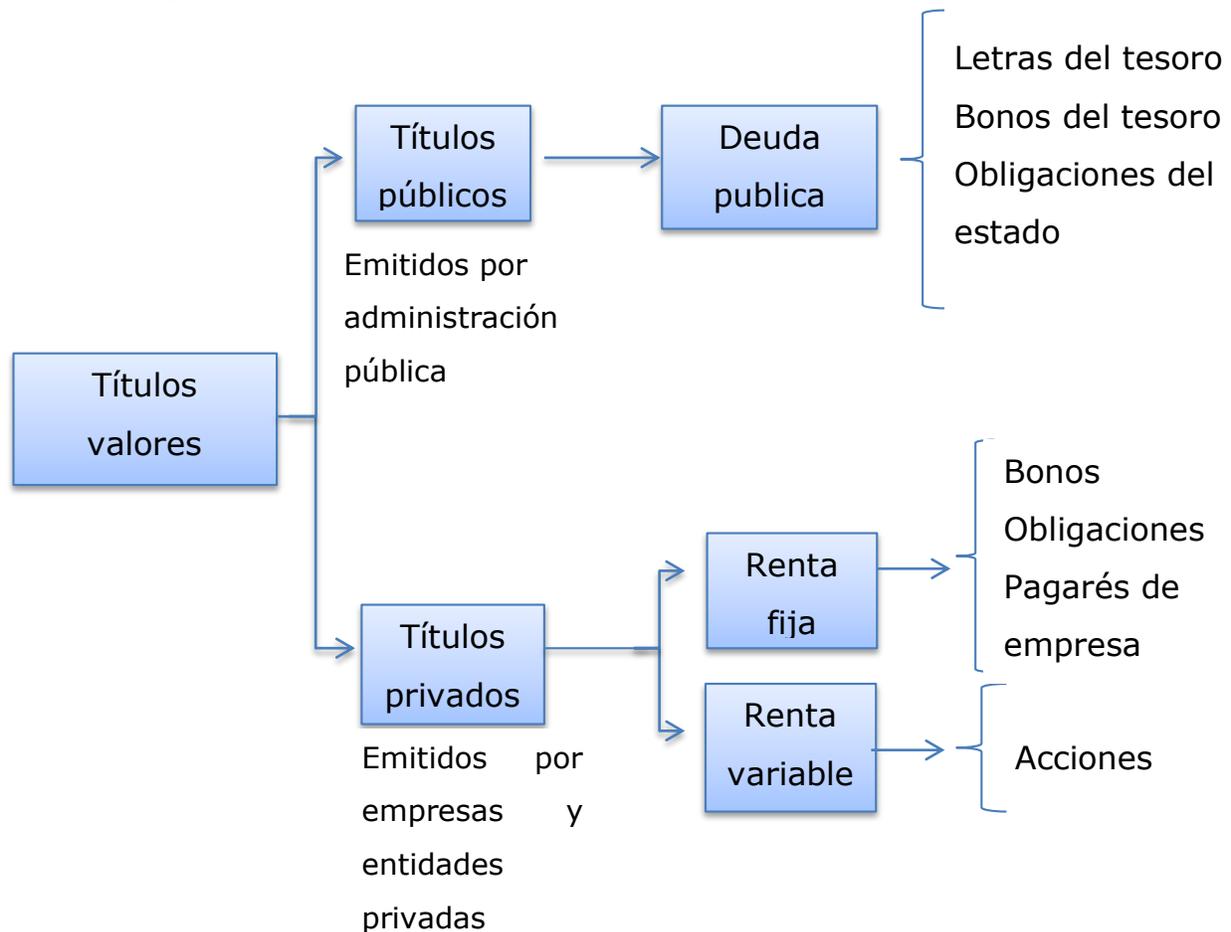
Los valores no negociables son los que encontramos en el mercado como valores tipo depósito como puede ser una cuenta de ahorros en un banco. Este tipo de valores también tienen algunas ventajas:

Las cuentas suelen estar aseguradas generalmente por el gobierno. Son muy líquidas o relativamente líquidas dependiendo si se ha establecido un plazo. Para transformar un activo en dinero antes de que finalice su plazo, el inversionista se verá obligado a realizar la transacción a un valor menor que el real, a esta diferencia se le conoce como castigo. Entre más pronto se quiera vender, es más factible que el castigo sea mayor, lo que reduciría la rentabilidad, es por esto, que rentabilidad y liquidez son inversamente proporcionales.

Existen restricciones sobre la tasa cobrada, pero no las hay para las tasas ofrecidas.

Los bonos también están considerados dentro de este grupo de valores, y constituyen una buena herramienta de ahorro para cualquiera.

3.3 Esquema de títulos valores



Bono: es un título de deuda, emitido por las empresas y los estados, que se utilizan como una forma de financiación. Por lo general se caracterizan por tener un bajo riesgo: tasa baja de rentabilidad y un plazo de reembolso largo.

Obligación: las empresas pueden conseguir fondos dividiendo las grandes cantidades que necesitan en pequeños préstamos emitiendo unos títulos llamados obligaciones para ser suscritos y desembolsados por cada uno de los prestamistas, principalmente pequeños ahorradores. Para que todo el público pueda acceder a la compra de estos títulos, y que todos puedan colaborar en mayor o menor medida a la financiación de la empresa, el valor nominal de los mismos es bajo.

Pagaré de empresa: documento privado, extendido en forma legal, por el que una persona (emisor o suscriptor) se obliga a pagar a otra (tomador o beneficiario) cierta cantidad de dinero en una fecha determinada en el documento.

Acciones: es un título que representa una parte o cuota del capital social de una sociedad. Confiere a su titular legítimo la condición de socio, y a veces a derecho a voto (dependiendo el tipo de acción). Un socio es dueño de un X% de una sociedad de acuerdo a la cantidad de acciones que posee (expresado en moneda) dividido el capital social de dicha sociedad o empresa. Las acciones se negocian en los mercados de acciones o bolsas de comercio, de acuerdo a la cotización de las mismas (según la valoración que le da el mercado a las distintas empresas)

4. Bolsa de valores de Nicaragua.

La Bolsa de Valores de Nicaragua (BVDN) es una sociedad anónima, de carácter privado, que constituye el único mercado organizado de valores que existe en el país. La BVDN está supervisada por la Superintendencia de Bancos y Otras Instituciones Financieras (SIBOIF) y tiene como misión impulsar el desarrollo del mercado de valores de Nicaragua y prestar de forma eficiente toda la infraestructura necesaria para que los Puestos de Bolsa autorizados transen valores de forma segura y transparente.

La BVDN desarrolla los mecanismos de negociación de valores, garantiza la transparencia y seguridad en las operaciones de compra y venta de títulos valores, supervisa la ejecución de transacciones de valores, informa sobre las transacciones que se realizan en su seno y promueve el mercado de valores nicaragüense. La Bolsa es el lugar donde se ponen en contacto, oferentes y demandantes de valores, intermediados por los Puestos de Bolsa.

En lo esencial un mercado de valores organizado por la Bolsa es igual a un mercado común, donde las personas conocen, demandan y compran diferentes tipos de productos, que a su vez son ofrecidos, cotizados y vendidos por una gran cantidad de comerciantes, que a su vez compran bienes a una gran cantidad de productores. En un mercado de valores los productores son los emisores de valores y los comerciantes son los Puestos de Bolsa, que sirven de intermediarios entre los emisores y los clientes, representados por todas las empresas, instituciones y población en general que encuentran en la Bolsa un canal atractivo para hacer inversiones. A diferencia de un mercado común donde se negocian a diario productos como arroz, frijoles, frutas y otros; en la Bolsa de Valores se negocian recursos financieros representados por bonos, letras, acciones de empresas y otros valores.

La coincidencia de compradores y vendedores con el objetivo común de obtener el mejor beneficio, es la clave de la formación de precios. Cuando para un producto (en el mercado común) o un valor (para el mercado de valores) existen más compradores que vendedores, el precio sube y al revés cuando existen más vendedores que compradores el precio baja, o sea se aplica la ley de la oferta y la demanda.

A diferencia de un mercado común de bienes, la Bolsa de Valores ofrece algo más que un lugar para hacer transacciones, ya que también controla y vigila que las empresas que ofrecen sus valores cumplan requisitos legales importantes para la seguridad de los inversionistas y la transparencia de las transacciones, así como también vigila que los Puestos de Bolsa cumplan con reglamentaciones dirigidas a procurar el funcionamiento correcto del mercado de valores. Todas las transacciones realizadas en el seno de la BVDN se realizan a través de un sistema de negociación electrónico, al cual están conectados todos los Puestos de Bolsa por medio de una red informática que administra la BVDN. A través de este software los puestos

de bolsa venden y compran valores en el mercado según las instrucciones de sus clientes. Asimismo los Puestos de Bolsa tienen acceso a toda la información histórica contenida en nuestras bases de datos.

Dependiendo del tipo de transacción, las operaciones se clasifican en diferentes tipos de mercado como son: Mercado primario, mercado secundario, reporto en firme y reporto opcional.

4.1 Tipos de mercado

4.1.1 Mercado Primario

Es el segmento del mercado de valores, donde se colocan los valores por primera vez, proporcionando un flujo de recursos de los inversionistas hacia el emisor. El emisor negocia a través de su Puesto de Bolsa los valores y recibe recursos frescos para sus proyectos.

4.1.2 Mercado secundario

Se conoce como el conjunto de negociaciones entre compradores y vendedores que tienen por objeto adquirir valores que ya están en circulación. El intercambio de flujo monetario y valores se da entre dos entes distintos al emisor. En otras palabras, es una "re-venta" de los valores adquiridos previamente.

4.1.3 Mercado de reportos

Son contratos bursátiles en los cuales el reportado (demandante de dinero) vende los títulos valores al reportador (inversionista) a un precio determinado, y este último asume la obligación de transferir al reportado, al vencimiento de un término establecido, la propiedad de los títulos, contra reembolso de un precio convenido. Es decir es similar a un préstamo en donde se dan los valores como garantía.

4.1.4 Mercado de reportos opcionales

Son contratos bursátiles que conceden a su beneficiario el derecho y no la obligación de comprar o vender uno o varios títulos valores negociables en la Bolsa de Valores de Nicaragua. El oferente es aquella persona que se obliga a librar los títulos valores, en el caso de una opción de compra o a pagar en efectivo unos títulos, en el caso de una opción de venta, en los términos especificados en el contrato de opción respectivo. El beneficiario es la persona que goza del derecho de ejecución de una opción, sea ésta de venta o de compra.

4.2 Tipos de Valores negociables en Nicaragua.

Existen diferentes alternativas o tipos de valores mediante los cuales se puede conseguir financiamiento por medio de la BVDN, a cada empresa le corresponde determinar cuáles resultan las más adecuadas, en dependencia de las características de su negocio, sus políticas internas y las condiciones generales del país y del mercado. Los Puestos de Bolsa autorizados por la BVDN son las entidades especializadas en acompañar a las empresas en este proceso.

A continuación se detallan las principales características de cada uno de los tipos de valores negociables:

4.2.1 Emisiones de valores de deuda o de renta fija

Estas obligaciones equivalen a que los emisores soliciten un préstamo a un plazo determinado a los inversionistas que compran dichos valores, a cambio de pagarles un rendimiento o tasa de interés predeterminada. Las emisiones de deuda se denominan Papel Comercial cuando el plazo es menor a 360 días y Bonos cuando el plazo es igual o mayor a 360 días.

4.2.2 Emisiones de acciones o de renta variable

Con esta alternativa una empresa se puede financiar sin contraer deuda, ya que solo está vendiendo partes de su patrimonio, de tal manera que cuando una persona compra una acción, ésta se vuelve dueño de una parte de la empresa. Los riesgos se comparten y los dividendos que se pagan dependen de los resultados y utilidades obtenidos por la empresa emisora.

4.2.3 Emisión de bonos convertibles en acciones

El bono convertible en acción es un instrumento financiero que ofrece características similares a las que ofrece un valor de deuda, pero que deja abierta la posibilidad de poder convertirlo en una acción (valor de renta variable).

4.2.4 Valores resultantes de un proceso de titularización

La titularización es un proceso mediante el cual una empresa, debidamente autorizada por la Superintendencia, puede sacar de su balance un conjunto de activos capaces de generar un flujo continuado de recursos líquidos que son objeto de traspaso a un fondo denominado Fondo de Titularización, constituido para recibirlos y autorizado a emitir, con el respaldo de tales activos, nuevos valores que serán colocados, previa calificación crediticia.

4.2.5 Valores representativos de fondos de inversión

Estos valores representan una inversión colectiva del ahorro de múltiples personas, que se administran por medio de una sociedad administradora de fondos. El derecho de propiedad del fondo se representa mediante certificados de participación, los cuales constituyen valores de oferta pública. Los fondos deben ser destinados a invertirse en una forma predeterminada, la cual bien puede ser en valores u otros instrumentos financieros (Fondos de Inversión Financieros) o también en bienes inmuebles para su explotación

en arrendamiento y complementariamente para su venta (Fondos de Inversión Inmobiliarios).

5. Rendimiento

De acuerdo a Gitman (2007) el rendimiento es la ganancia o pérdida total experimentada sobre una inversión durante un periodo específico. Se mide por lo regular como distribuciones en efectivo durante el periodo, más su cambio en valor, expresadas como un porcentaje del valor de la inversión al inicio del periodo.

La Universidad Interamericana para el Desarrollo (sf) define dos tipos de rendimientos:

- **Rendimientos evidentes:** Son aquellos que generan una utilidad debido a que contienen el valor de una ganancia periódica. Ejemplo: Bonos y acciones.
- **Rendimientos tácitos:** Éstos producen una utilidad debido a que la compra de un activo financiero es menor que la venta del mismo. A diferencia de los rendimientos evidentes, éstos no obtienen una ganancia periódica. Un ejemplo son los pagarés.

6. Riesgo

Es la probabilidad de que ocurra un evento fortuito y azaroso que pueda hacer daño de alguna manera. Es muy difícil encontrar un campo donde los seres humanos tengan todo el control absoluto y puedan hacer predicciones de lo que ocurrirá en el futuro y las inversiones del mercado financiero no son la excepción.

6.1 Tipos de riesgo

El riesgo es la posibilidad de perder, y ninguna inversión está libre de él, ahora bien, ya que todo inversionista conoce la existencia del riesgo, lo que más le interesa es encontrar una manera de cuantificarlo.

El riesgo de un activo se puede expresar como la varianza o desviación estándar de los rendimientos de dicho instrumento. La desviación estándar y el riesgo son proporcionales, es decir, una desviación menor representa un nivel de riesgo bajo, y una desviación mayor representa un nivel de riesgo alto.

El riesgo de una cartera no sólo depende del riesgo de los valores que forman la cartera, sino también de la relación que existe entre los mismos. Esta relación se puede medir mediante la covarianza de los posibles rendimientos de los valores implicados.

Existen muchos riesgos a los que está expuesta una inversión, y la suma de todos ellos se denomina "riesgo total". El riesgo total está formado por dos partes:

6.1.1 Riesgo sistemático

Es el que afecta a todos los activos financieros, interpretado como "inestabilidad del sistema financiero, potencialmente catastrófico (ataques terroristas, desastres naturales, entre otros), causado por eventos idiosincráticos o condiciones en los intermediarios financieros".

6.1.2 Riesgo no sistemático

A este riesgo también se le conoce como riesgo residual, y es el que afecta a un solo activo, por ejemplo que las acciones de una compañía en específico disminuyan su valor debido a algún problema interno de la empresa.

6.1.3 Riesgo de mercado.

Consiste en las variaciones que pueden existir en el precio de mercado de los activos, de acuerdo a la volatilidad del activo, esta volatilidad se puede medir por beta, por lo que se puede deducir que el riesgo de mercado, es un riesgo sistemático. Es importante destacar que aun cuando el IPC (Índice de precio al consumidor) aumente o disminuya no todos los activos aumentan o disminuyen en la misma proporción.

Existen varios factores que pueden modificar los valores de mercado, como son:

Actividad de los negocios: Si la empresa aumenta sus utilidades el valor de sus acciones también aumentará, pero si por el contrario éstas disminuyen el precio de mercado de sus acciones caerá.

Inflación: A causa de ésta, las deudas a corto plazo de las empresas aumentan, lo que hace que su liquidez disminuya, al igual que los dividendos.

Psicología del inversionista: Diferentes causas o motivos hacen que los inversionistas recurran a acciones que se encuentran de "moda", es decir, las más populares.

Riesgo comercial: Éste se refiere a la posibilidad de quiebra de un negocio, por lo cual perderíamos el valor de las acciones. El riesgo comercial se puede dividir en dos partes:

- **Insolvencia:** La empresa quiebra debido a problemas financieros internos.
- **Medidas gubernamentales:** En algunos casos los productos de ciertas empresas son regulados por el gobierno, ya sea en el precio, en la cantidad, etc.

Riesgo en el poder adquisitivo: Consiste en que la inflación reduzca el poder adquisitivo de nuestra ganancia y capital al finalizar el plazo de vencimiento. Este riesgo es mayor en los activos de renta fija como los bonos.

7. Portafolios de inversión

Los portafolios de inversión también llamados carteras de inversión son conjuntos de activos o valores en los que una persona decide invertir su dinero. Para poder realizar la elección de los activos es necesario conocer los instrumentos existentes en el mercado, así como definir cuál es el riesgo máximo que se está dispuesto a correr y los rendimientos que se esperan obtener.

De manera general diremos que podemos encontrar 4 categorías de activos:

Instrumentos de deuda o renta fija: En los que se conoce el rendimiento ya que éste ha sido fijado con anterioridad, como por ejemplo los CETES. Estos instrumentos pueden encontrarse a corto, mediano y largo plazo.

Instrumentos de renta variable: El rendimiento obtenido depende de muchos factores tanto internos de la compañía como externos, por lo cual no podemos conocer el rendimiento de antemano, como es el caso de las acciones. Generalmente estos instrumentos se adquieren a mediano y largo plazo aun cuando no tienen un plazo de vencimiento establecido.

Productos derivados: Son activos que protegen al inversionista contra los riesgos como pueden ser, subida del precio del producto, alza de las tasas de interés etc.

Metales: Son oro y plata que generalmente el inversionista adquiere a largo plazo.

Es claro que cada portafolio de inversión será diferente de acuerdo a las características del inversionista, algunas características básicas a analizar para determinar el portafolio son:

- a) El plazo al que se quiera invertir.
- b) Qué tanta liquidez se busca.
- c) Objetivos de la inversión.
- d) Preferencia sobre los activos (deuda, renta variable, futuros, metales).
- e) El riesgo que se quiere afrontar.

Es importante que el inversionista busque alternativas que le ofrezcan una tasa de rendimiento mayor a la inflación esperada, así como debe estar consciente de la relación que existe entre riesgo y rendimiento.

7.1 Tipos de portafolios de inversión

Si tomamos en cuenta el grado de riesgo aceptado en el portafolio encontramos tres tipos básicos de cartera:

Portafolios moderados o del mercado promedio: Su grado de riesgo es reducido, formado en su mayoría por instrumentos de deuda, algunos instrumentos de renta variable y algunos instrumentos líquidos.

Portafolios agresivos: Su grado de riesgo es elevado, formado en su mayoría por instrumentos de renta variable, algunos instrumentos de deuda y algunos instrumentos líquidos.

Portafolios conservadores sin riesgo: Formado en su mayoría por instrumentos de deuda, y algunos instrumentos líquidos.

8. Instrumentos del mercado Financiero para la selección de portafolios de inversión

8.1 Método de Markowitz

Inicia con la suposición de que contamos con una cantidad determinada de dinero para invertir en el presente. Este dinero se invertirá durante un lapso de tiempo, conocido como período de tenencia. Al final del período de tenencia se venderán los valores que se compraron y se utilizarán los beneficios para los gastos, la reinversión en varios valores o ambas cosas. En este punto, el método de Markowitz se puede aplicar nuevamente a los beneficios que se van a reinvertir. Por tanto, este método es para un solo periodo. En $t = 0$ se decide qué valores comprar y conservar hasta que $t = 1$. Entonces, en $t = 1$ se decide de nuevo qué valores conservar hasta $t = 2$, y así sucesivamente. Al buscar tanto maximizar el rendimiento esperado como minimizar la incertidumbre (es decir, el riesgo), se tienen dos objetivos en conflicto que se deben sopesar al tomar la decisión de compra cuando $t = 0$. En consecuencia, al tener estos dos objetivos en conflicto se debe diversificar la compra no sólo un valor sino de varios.

La rentabilidad de una cartera se define por la media ponderada de las rentabilidades esperadas de los n valores que la componen, mientras que el riesgo es función de los tres factores que se enuncian a continuación:

- A. La proporción o ponderación de cada valor en el portafolio.
- B. La varianza o la desviación estándar de la rentabilidad de cada valor.
- C. La covarianza o el coeficiente de correlación entre las rentabilidades de cada par de valores.

En el método de Markowitz las decisiones sólo se basan en los rendimientos esperados y en las desviaciones estándar. Es decir, se estima el rendimiento

esperado y la desviación estándar de cada cartera y se escoge la “mejor” con base en las siguientes suposiciones:

Primera suposición: Cuando se tiene que elegir entre dos carteras similares, siempre se escogerá la que tenga el rendimiento esperado más alto, es decir, siempre se preferirá los niveles más altos de riqueza final y no los niveles más bajos.

Segunda suposición: Dadas las dos carteras con la misma desviación estándar, se escogerá la que tenga el rendimiento esperado más alto.

El método de Markowitz se desarrolló considerando que el inversor prefiere la rentabilidad y rechaza el riesgo. Por tanto, una cartera será eficiente si proporciona la máxima rentabilidad posible para un riesgo dado, o de forma equivalente, si presenta el menor riesgo posible para un nivel determinado de rentabilidad. El conjunto de carteras eficientes puede calcularse resolviendo el siguiente programa cuadrático paramétrico:

$$\min \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \rho_{ij} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n x_i E(R_i) = V^*$$

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

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

Donde x_i es la incógnita del problema, esto es la proporción del presupuesto destinado al activo financiero i , $\sigma^2(R_p)$ es la varianza de la cartera p , ρ_{ij} es la covarianza entre los rendimientos de los valores i y j . $E(R_p)$ es la rentabilidad o rendimiento esperado de la cartera p , de tal forma que al

variar el parámetro V^* obtendremos en cada caso el conjunto de proporciones x_i que minimizan el riesgo de la cartera, así como su valor correspondiente. El conjunto de pares $[E(R_p), \sigma^2(R_p)]$ o combinaciones rentabilidad- riesgo de todas las carteras eficientes es denominado «frontera eficiente». Una vez conocida ésta, el inversor, de acuerdo con sus preferencias, elegirá su cartera óptima.

Los problemas fundamentales del modelo de Markowitz.

Actualmente los problemas para la utilización del modelo de Markowitz no son computacionales, sino que tienen que ver con los supuestos de partida. El modelo de Markowitz parte de 5 hipótesis fundamentales, y cuyo cumplimiento tiene una gran trascendencia en cuanto a la validez de los resultados obtenidos con el mismo:

- a) Se conoce la rentabilidad esperada de cada uno de los activos financieros considerados.
- b) Se conoce y se supone constante en el tiempo la varianza de cada uno de los activos financieros y la covarianza entre ellos.
- c) Los rendimientos de los diferentes activos financieros se comportan de acuerdo con una distribución normal.
- d) Los inversores actúan de forma racional.
- e) El modelo optimiza para un solo período.

Si se supone que se conoce la rentabilidad esperada, la varianza y la covarianza de los diferentes activos financieros. El problema es cuando, en intervalos relativamente cortos de tiempo (por ejemplo un año), son muy grandes los valores de las varianzas con respecto a las rentabilidades esperadas. Esto significa que el error de predicción en esos períodos es muy grande. Por otra parte, el modelo de Markowitz es extremadamente sensible a los valores de las rentabilidades esperadas, de tal forma que unas pequeñas variaciones de las rentabilidades esperadas suponen carteras con

estructuras muy diferentes (o por lo menos aparentemente muy diferentes) en su composición.

8.2 Series de tiempo.

El análisis de series de tiempo comprende un intento de identificar los factores que ejercen influencia sobre cada uno de los valores periódicos de una serie. Este procedimiento de identificación se denomina "descomposición". Cada componente se identifica por separado de tal manera que la serie histórica pueda proyectarse al futuro y utilizarse en pronósticos tanto a corto como a largo plazo. Los cuatro componentes que se encuentran en una serie histórica son: Tendencia, Variaciones Cíclicas, Variaciones Estacionales y Fluctuaciones Irregulares.

La tendencia son movimientos de largo plazo en una serie histórica que se pueden describir mediante una ecuación de una línea recta o curva. Consiste de un patrón de movimientos ascendentes o descendientes, generales o persistentes, a largo plazo.

Dado que en el análisis de la tendencia la variable independiente es el tiempo, cambios de precios de compra y venta, cambios en el IPC y volumen de acciones. Cuando se elabora con estos tres indicadores un modelo lineal para realizar el pronóstico, las correlaciones obtenidas son muy bajas y no es posible utilizarlas para pronósticos. Por tanto este método no se considera para el pronóstico de la selección de la cartera de inversión.

8.3. Modelo Black & Scholes.

El modelo de valuación de opciones original fue desarrollado por Black & Scholes para el cálculo del valor de una opción de compra europea que no paga dividendos; las variables de este modelo son precio de la acción, precio de ejercicio, el tiempo de vencimiento, la varianza del precio de la acción y la tasa libre de riesgo. Merton modificó el modelo original para incluir el

factor de dividendos, que ha sido ampliamente aplicado para calcular opciones de empresas que pagan dividendos y que muchos investigadores han comprobado su utilidad.

Algunos investigadores como Simons (1997) descubrieron las debilidades del modelo, como es la sobrestimación del valor dado, ya que considera que los rendimientos de los valores se distribuyen normalmente; asimismo, para la aplicación del modelo se debe conocer la volatilidad de la acción, a través de una estimación estadística que puede estar sujeta a errores.

El Modelo de Black & Scholes aplicado a la valuación de empresas se basa en el análisis contingente, que se refiere a una técnica para determinar el precio de un valor cuyo resultado depende del precio de uno o más valores. El origen del análisis contingente es el modelo de opciones de Black & Scholes, el cual contiene elementos cualitativos con un gran significado práctico. Esta teoría sostiene que las deudas corporativas, en general, pueden ser vistas como combinaciones de simples contratos de opciones.

La aplicación empírica del modelo de valuación de Black y Scholes (1973) muestra una sobreestimación consistente del valor de las empresas que cotizan en la Bolsa de Valores. Asimismo, este modelo tiende a arrojar valores mayores y positivos en comparación con el precio de mercado, esto se interpreta como una sobrevaluación del valor de la empresa. La causa es que el modelo considera como variable al valor del activo total para determinar el valor de la empresa, que suele ser muy grande puesto que trabajan con una fuerte inversión en capital de trabajo y activo fijo.

Por otra parte, al considerar en este modelo a la volatilidad como variable para el cálculo del valor, define un riesgo alto cuando los valores individuales también son muy altos. Asimismo al considerar el apalancamiento se logran también valores elevados, ya que se transfiere el valor del acreedor al accionista.

La aplicación de este modelo un periodo permite definir que hay que tener cuidado en la aplicación del mismo para efectos de valuación, considerando entre otros aspectos las características propias de la empresa como son la inversión fija y el apalancamiento. Además, se tiene que tomar en cuenta que se ha demostrado que es un modelo que privilegia el valor cuando el riesgo es elevado.

Las conclusiones mencionadas sobre este modelo se basan en resultados obtenidos en aplicaciones realizadas por diferentes autores de los libros consultados, ejemplos que no fueron realizados en éste trabajo, pero se consideró el modelo de valuación Black & Scholes a causa de las variables que utiliza, ya que conocer estas variables nos indicaría cuales considerar para la elaboración de nuestro modelo. Se pretendía considerar los mismos datos e información que toma en cuenta el modelo Black & Scholes para realizar su cálculo y obtener el Valor de la Empresa, pero en sus ecuaciones intervienen variables que dependen de la información que se obtiene de los Anuarios Bursátiles y Financieros de la Bolsa de Valores del país en cuestión, las cuales no están disponibles al público. Por tanto se descartó el uso del modelo Black & Acholes para comparar nuestros resultados, ya que nuestro objetivo es utilizar la información pública disponible en dicha página.

8.4 Fórmulas Financieras para combinación de portafolios de inversión. (Capital Assets Pricing Model CAPM).

Este método se fundamenta en que todo activo financiero puede ser descrito a partir de dos estadígrafos: un estadígrafo de posición, la media, que proporciona una medida del rendimiento promedio del activo en un determinado periodo; y un estadígrafo de dispersión, la desviación estándar, de los distintos rendimientos respecto al rendimiento promedio, que proporciona una medida del riesgo del activo financiero.

El rendimiento medio de cada una de las acciones se calcula con la fórmula de un promedio aritmético con los rendimientos de cada acción en cada periodo:

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^m r_{ij}}{m} \quad (2)$$

Donde R_i es el rendimiento promedio de la acción i , r_i es el rendimiento de la acción i en cada periodo j y m es el número de periodos considerados.

El riesgo asociado a la acción individual se determina a través de la desviación estándar de los rendimientos, cuya fórmula se presenta a continuación.

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - R_i)^2}{m-1}} \quad (3)$$

Adicionalmente a los estadígrafos de posición y dispersión, para la conformación de portafolios es necesario contar con uno adicional: la covarianza entre los rendimientos de los activos financieros, la cual está

dada por:

$$\rho_{12} = \frac{\sum_{j=1}^m r_{1j} r_{2j} - \frac{(\sum_{j=1}^m r_{1j})(\sum_{j=1}^m r_{2j})}{m}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m (r_{1j} - R_1)^2 \sum_{j=1}^m (r_{2j} - R_2)^2}} \quad (4)$$

9. Selección del Portafolios de activos con riesgo

El portafolio de inversión se conforma asignando porcentajes diversos del monto de inversión a determinados activos financieros. El portafolio resultante, al igual que las acciones individuales, será identificado por el rendimiento medio y su riesgo asociado. La condición para la asignación de los porcentajes a cada activo financiero es que su suma deberá igual al 100%. El rendimiento y riesgo del portafolio de inversión se determinan con las ecuaciones siguientes:

$$\text{Rendimiento} = \sum_{i=1}^n W_i R_i \quad (5)$$

$$\text{Riesgo} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (W_i^2 + \sigma_i^2) + 2 \sum_{i=1}^n (W_i W_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij})} \quad (6)$$

Donde W_i es el % de inversión en la acción i . R_i : Rendimiento promedio de la acción i . σ_i : Riesgo o desviación estándar de la acción i . ρ_{ij} : Correlación entre las acciones i, j . n : número de acciones.

El problema de aplicar estas ecuaciones es el número de acciones y los porcentajes que analicemos. Por ejemplo, si se tienen tres acciones y se va analizar cada 10%, se tendrá una complejidad n^3 ya que se tiene que realizar los cálculos para cada porcentaje, por tanto se tendrán 1,000 aplicaciones. Ahora, si se requiere que se analice para cada 1% se tendrán 1×10^6 cálculos. Pero si se requiere analizar 10 acciones, la complejidad es de n^{10} , por lo que hace al problema prácticamente no computable.

10. Modelo matemático para seleccionar la cartera de inversión por medio de la programación lineal.

La programación lineal es un proceso de optimización con una sola función objetivo que se expresa matemáticamente. El adjetivo lineal significa que todas las funciones del modelo y variables deben ser lineales. En el problema de la selección de la cartera de inversión se tienen dos funciones objetivo, la primera es maximizar el rendimiento y la segunda, no menos importante que la primera, es disminuir el riesgo.

Para la construcción de nuestro modelo matemático se consideraron los aspectos sobresalientes de los modelos de Markowitz y de CAPM.

La selección de la cartera de inversión se hace en el momento $t=0$, mientras que en el siguiente momento $t=1$ se hace otra nueva selección. De esos dos modelos consideramos la magnitud promedio del rendimiento y del riesgo. Del modelo de Markowitz consideramos el planteamiento del problema de optimización con un parámetro en una restricción, el modelo lo hace de

forma similar, donde el parámetro modifica la magnitud de la restricción o las restricciones para determinar la solución. Este problema es similar al knapsack problema con un parámetro.

Del modelo de CAPM seguimos el procedimiento para la selección de la cartera óptima, el cual consiste de la diferencia mínima entre el riesgo y el rendimiento, ya que el riesgo generalmente es mayor al rendimiento.

Con el modelo matemático eliminamos la dependencia de la covarianza, ésta indica estadísticamente la relación en el tiempo entre el rendimiento de dos acciones. En los modelos de Markowitz y CAPM, si la covarianza entre el rendimiento de dos acciones es baja, entonces, es posible, que esas dos acciones formen parte de la solución, lo anterior de cierta forma indica que el comportamiento del rendimiento entre ambas acciones no están relacionadas. Pero el que tengan una covarianza baja no nos muestra si esos rendimientos de esas dos acciones son estadísticamente independientes.

En los modelos anteriores solo se considera el rendimiento y el riesgo de las acciones, ignorando las variables e indicadores disponibles en la página de Internet de la bolsa de valores. La duda ahora es ¿Que otras variables o indicadores tenemos que considerar en el modelo? La respuesta puede ser: Todas las variables e indicadores publicados en esa página, la inclusión de estas podría ser en conjunto, en forma individual o una combinación de ellas. El problema nuevo es definir cuáles variables o indicadores tienen influencia en el pronóstico de la selección de una cartera de inversión.

En este trabajo se decidió incluir solo una variable más a las consideradas por los modelos previos (rendimiento y riesgo), este es el precio de venta de la acción. La decisión es a causa de que a partir de éste se derivan las dos variables recomendadas por Markowitz y por el método CAPM. Una vez definidas las variables, otro problema que se enfrenta es definir la magnitud

del parámetro de las restricciones y sus cambios. Para esto hacemos las suposiciones siguientes:

Primera suposición: La cantidad de dinero requerida mínima es el costo de la acción más barata, a partir de esta cantidad se llega a la cantidad de dinero de la acción más cara.

Segunda suposición: El riesgo mínimo de la cartera de inversión es el riesgo de la acción que tenga el menor de todas las acciones y éste variará hasta el riesgo más alto de la acción correspondiente.

Tercera suposición. De forma similar a la suposición del riesgo, el rendimiento mínimo de la cartera de inversión es el rendimiento de la acción que tenga el menor rendimiento de todas las acciones y éste variara hasta el rendimiento más alto de la acción correspondiente.

Con las suposiciones anteriores se formuló el modelo que se presenta a continuación:

$$\text{Maximizar } z_i = \sum_{i=1}^n x_i R_i \quad (7)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n x_i (Pv_1 - Pv_{\min}) \leq \lambda_1 (Pv_{\max} - Pv_{\min})$$

$$\sum_{i=1}^n x_i (\sigma_i - \sigma_{\min}) \leq \lambda_2 (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})$$

$$x_i \leq 1$$

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

Donde x_i es el decimal de la acción i que debe comprarse y es una variable real $0 \leq x_i \leq 1$, $x_i = 0$ cuando la acción no forma parte de la cartera de inversión. λ_1, λ_2 : son variables que utilizamos para recorrer todo el espacio de soluciones y su valor es $0 \leq \lambda_1, \lambda_2 \leq 1$, Pv_i es el precio de venta de la acción i .

El modelo de minimizar el riesgo es el siguiente:

$$\text{Minimizar } z_2 = \sum_{i=1}^n x_i \sigma_i \quad (8)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n x_i (Pv_i - Pv_{\min}) \geq \lambda_1 (Pv_{\max} - Pv_{\min})$$

$$\sum_{i=1}^n x_i (R_i - R_{\min}) \geq \lambda_2 (R_{\max} - R_{\min})$$

$$x_i \leq 1$$

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

Donde las variables son las mismas que en el problema de maximizar.

11. Selección de la cartera de inversión.

La selección de la cartera de inversión se hace para las acciones de tres empresas, donde la solución de los modelos matemáticos de programación lineal de maximización del rendimiento (7) y minimización del riesgo (8) se resuelven independientemente uno del otro con el método SIMPLEX, para lo cual se utilizó el programa WINQSB.

12. Programación lineal y entera.

La programación lineal también conocida como optimización lineal, es la maximización o minimización de una función lineal sobre un poliedro convexo definido por un conjunto de restricciones lineales no negativas. La teoría de la programación lineal cae dentro de la teoría de la optimización convexa y es también considerada como parte importante de la investigación de operaciones.

La programación lineal entera es el conjunto de problemas de programación lineal para los cuales todas o parte de sus variables pertenecen a los números enteros. Pudiera pensarse que los métodos de obtención de soluciones a problemas de programación lineal entera pudieran ser menos difíciles que los de programación lineal generales, pero resulta lo contrario. Los algoritmos que permiten resolver los problemas restringidos a enteros son más complejos y requieren mucho más tiempo computacional. Para la resolución de los problemas de programación lineal entera existen diferentes métodos. Los métodos exactos son los que encuentran, si existe, el óptimo absoluto. Muchos de estos métodos parten de la resolución del modelo dejando a un lado las restricciones enteras y buscando el mejor valor para las variables reales. A partir del supuesto de que la solución entera no debe estar muy lejos, se aplican diferentes técnicas que permiten llegar al óptimo entero. El método del simplex se utiliza para hallar las soluciones óptimas de un problema de programación lineal con tres o más variables. Este se basa en el hecho de que la solución óptima se encuentra siempre en uno de los vértices del poliedro formado por el conjunto de restricciones. Su forma de buscar la solución es recorrer sobre estos vértices hasta encontrar el óptimo. Aun cuando no corre en tiempo polinomial en el caso peor, su mayor valor radica en su capacidad de resolver nuevos problemas y resulta muy útil cuando no se tiene un algoritmo eficiente de solución.

13. WINQSB

EL WINQSB (Windows Quantitative Systems Base o Sistemas Cuantitativos Base Windows) es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa. El sistema está formado por distintos módulos, uno para cada tipo de modelo o problema.

Winqsb utiliza los mecanismos típicos de la interface de Windows, es decir, ventanas, menús desplegables, barras de herramientas, etc. Por lo tanto el manejo del programa es similar a cualquier otro que utilice el entorno Windows.

13.1 Generalidades del software WINQSB.

La versión inicial del software Winqsb llamado en ese entonces QSB, fue creado en el año 1985 por Yin-Long Chang profesor del instituto tecnológico de Georgia.

El profesor Chang imparte cursos en las áreas de control de calidad, gestión de la tecnología, los sistemas de información de fabricación, las operaciones de planificación y control, y gestión de operaciones.

También ha desarrollado tres paquetes de software, QSB, QSOM y QS tanto en versiones para PC y Macintosh, para ayudar en la instrucción y el aprendizaje de las ciencias de gestión, gestión de operaciones y métodos cuantitativos. QSB ha sido valorado el paquete de software superior entre los paquetes similares de OR / MS (1986) y de interfaz (septiembre de 1988).

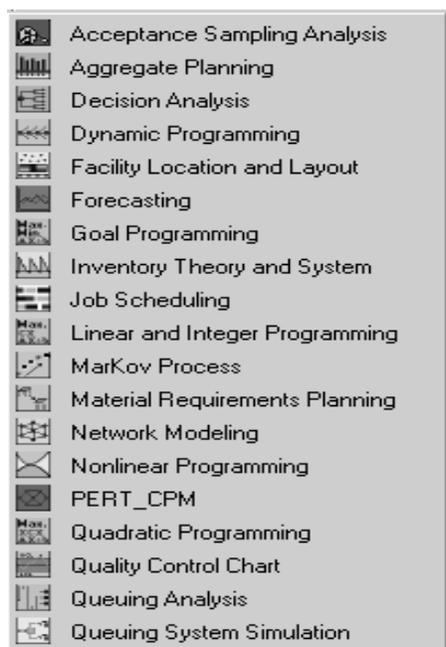
El Winqsb es una herramienta para el manejo de métodos cuantitativos que inició con la versión de Winqsb 1.0 y luego fue mejorado hasta llegar al Winqsb versión 2.0

13.2 Módulos que conforman WINQSB

Hoy en día el mundo empresarial se ha vuelto más complicado que en años anteriores, debido a un mercado muy competitivo en donde solo el mejor se lleva la mejor parte, es por eso que las empresas han comenzado a usar una variedad de modelos de optimización en sus procesos tanto operativos como administrativos y financieros apoyados en los diferentes modelos cuantitativos, como es la investigación de operaciones y es en este punto donde aparece WINQSB, este aplicativo tiene como finalidad solucionar problemas de tipo empresarial en cada una de las diferentes áreas, resolviendo por medio de modelos matemáticos y heurísticos, diferentes problemas de orden cuantitativo que se pueden presentar en una organización, esto da apoyo a quienes pueden simular situaciones empresariales donde hay que solucionar problemas de diferente índole. WINQSB está dividido en 19 módulos:

- 1. Análisis de muestreo de aceptación (Acceptance Sampling Analysis)*
- 2. Planeación agregada (Aggregate Planning)*
- 3. Análisis de decisiones (Decision Analysis)*
- 4. Programación dinámica (Dynamic Programming)*
- 5. Diseño y localización de plantas (Facility Location and Layout)*
- 6. Pronósticos (Forecasting)*
- 7. Programación por objetivos (Goal Programming)*
- 8. Teoría y sistemas de inventarios (Inventory Theory and System)*
- 9. Programación de jornadas de trabajo (Job Scheduling)*
- 10. Programación lineal y entera (Linear and integer programming)*

11. *Procesos de Markov*
12. *Planeación de Requerimiento de Materiales*
13. *Modelación de redes (Network Modeling)*
14. *Programación no lineal (Nonlinear Programming)*
15. *PERT y CPM (PERT_CPM)*
16. *Programación cuadrática (Quadratic Programming)*
17. *Cartas de control de calidad (Quality Control Chart)*
18. *Sistemas de cola (Queuing Analysis)*
19. *Simulación de sistemas de cola (Queuing Analysis Simulation)*



Con la utilización de este Software, se puede encontrar la solución a problemas administrativos, de producción, de recurso humano, dirección de proyectos, programación dinámica, modelos de redes, programación no lineal, entre otros, tiene la versatilidad de usarse en sistemas operativos de versiones diferentes como el win95/win98/98Se/Me/2000/NT/XP/2003/Vista,

ya que, además el uso del software Winqsb sirve para la solución y automatización de una gran cantidad de problemas de carácter complejo de tipo cuantitativo. Este software fue creado para la toma de decisiones, para solucionar y automatizar problemas, ya que contiene herramientas útiles como las mencionadas anteriormente. También, fue creado para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa.

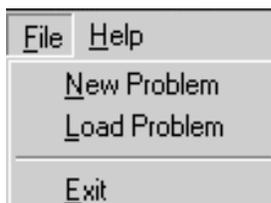
El acceso al WINQSB se puede hacer a través del botón *INICIO* del sistema operativo WINDOWS, en el menú *PROGRAMAS* en la carpeta *WINQSB*.

Una vez seleccionado el módulo con el cual se desee trabajar, aparecerá una ventana cuyas características iniciales serán similares para todos los módulos del WINQSB.

La parte superior de la ventana llamada *TITULO* indica el nombre del módulo Seleccionado, en este caso se optó por mostrar el módulo de *Programación Lineal y Entera (Linear and integer programming)*.

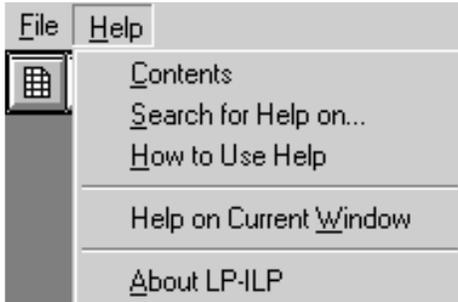
Debajo encontramos los menú *Archivo (File)* y *Ayuda (Help)*. El menú archivo.

Comprende las siguientes opciones:



- *Nuevo problema (New Problem)*: Permite introducir un nuevo problema.
- *Abrir Problema (Load Problem)*: Abre un problema que se ha guardado con anterioridad.
- *Salir (Exit)*: Sale del programa.

El menú *Ayuda (Help)* lo conforman:



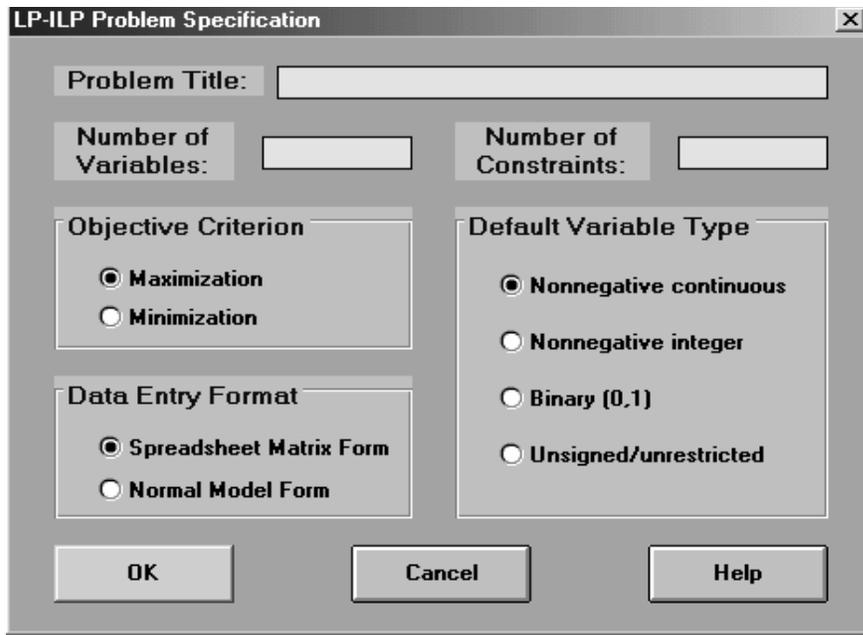
- *Contenido (Contents)*: Contenido completo de la ayuda sobre el módulo seleccionado.
- *Buscar ayuda en... (Search for Help on...)*: Búsqueda de ayuda mediante palabras claves.
- *Cómo usar la ayuda (How to Use Help)*: Indicaciones (puede ser en español) de cómo se utiliza la ayuda para sacarle el máximo provecho.
- *Ayuda sobre la ventana actual (Help on Current Windows)*: Interesante opción que muestra la ayuda sólo sobre los elementos que aparecen actualmente en la ventana.
- *Acerca de... (About LP-ILP)*: Muestra datos sobre la creación del programa e información sobre la licencia.

El programa también cuenta con una barra de herramientas que ayuda de forma significativa la selección de las opciones más usadas.

El botón  permite la creación de un nuevo problema, el botón  abre un problema existente, mientras que el botón , permite salir del programa.

13.3 Creando un nuevo problema de programación lineal o entera.

La opción *Nuevo Problema (New Problem)* genera una plantilla en el cual se introducirán las características de nuestro problema:



A continuación se describirán cada una de las casillas de esta ventana:

- *Título del problema (Problem Title)*: Se escribe el título con que identificamos el problema.
- *Número de variables (Number of Variables)*: Se escribe la cantidad de variables con que cuenta el sistema en el modelo original.
- *Número de restricciones (Number of Constraints)*: Se anotan la cantidad de restricciones con que cuenta el modelo (no se debe contar la restricción de no negatividad).
- *Objetivo (Objective Criterion)*: Los problemas de programación lineal y enterase clasifican en dos: problemas de *Maximización (Maximization)* y *Minimización (Minimization)*.
- *Formato de entrada de datos (Data Entry Format)*: Permite elegir entre dos plantillas distintas para introducir los datos del modelo. La primera alternativa se asemeja a una hoja de calcula, mientras que la segunda, es una plantilla diseñada especialmente para este fin.

- Tipo de variable (Default Variable Type): En esta parte se indica las características del modelo:
 - *Continúas no negativas (Non negative continuous)*: Indica que el modelo lo componen variables continuas no negativas (iguales o mayores a cero).
 - *Enteras no negativas (Non negative Integer)*: Variables enteras no negativas.
 - *Binarias (Binary)*: Variables cuyo valor solo serán 0 o 1.
 - *Sin asignar/Irrestringtas (Unsigned/unrestricted)*: Variables irrestringtas.

Mediante un ejemplo demostraremos como se introducen los datos para la creación de un nuevo problema de programación lineal.

Ejemplo

La empresa AXUS S.A. desea conocer la cantidad de productos A, B y C a producir para maximizar el beneficio, si cada unidad vendida genera en utilidad \$150, \$210 y \$130 por unidad respectivamente.

Cada producto pasa por 3 mesas de trabajo, restringiendo la cantidad de unidades producidas debido al tiempo disponible en cada una de ellas. La Tabla 1 muestra el tiempo requerido por unidad de cada producto en cada mesa y el tiempo total disponible semanalmente (tiempo dado en minutos):

Tabla 1. Ejemplo para el uso de WINQSB.

	Tiempo requerido Mesa 1	Tiempo requerido Mesa 1	Tiempo requerido Mesa 1
Producto 1	10	12	8
Producto 2	15	17	9
Producto 3	7	7	8
Tiempo total disponible por Mesa	3300	3500	2900

Se supone que cada unidad producida es vendida automáticamente. Determinar la combinación de productos que maximicen la utilidad para la compañía.

Una vez analizado el enunciado el lector procederá a crear el modelo matemático.

13.4 Modelo Matemático

Función Objetivo (F.O.):

$$\text{Max. } Z = \$150X_1 + \$210X_2 + \$130X_3$$

Restricciones (S.A.):

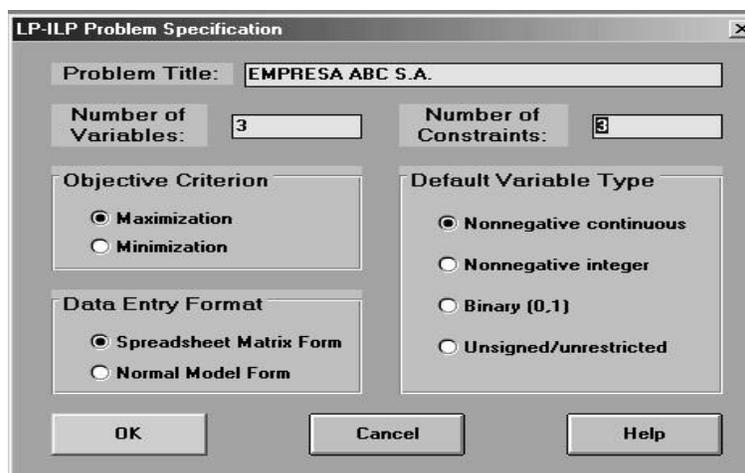
$$10X_1 + 15X_2 + 7X_3 \leq 3300 \text{ Minutos}$$

$$12X_1 + 17X_2 + 7X_3 \leq 3500 \text{ Minutos}$$

$$8X_1 + 9X_2 + 8X_3 \leq 2900 \text{ Minutos}$$

$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Podemos ver claramente que estamos ante un problema de Maximización, con tres restricciones y tres variables (las cuales trabajaremos como variables continuas de tipo No Negativas).



Teniendo claro esto, se alimenta el programa desde la ventana *Nuevo Problema (New Problem)*: Una vez llenados todos los campos pulsamos el botón *OK*, generando nuevas opciones dentro del programa.

13.5 Ingresando el modelo

Si se escogió por la plantilla tipo hoja de cálculo (*Spread sheet Matrix Form*), se mostrará una nueva ventana dentro de la ZONA DE TRABAJO, la cual servirá para introducir el modelo matemático.

Variable -->	X1	X2	X3	Direction	R. H. S.
Maximize					
C1				<=	
C2				<=	
C3				<=	
LowerBound	0	0	0		
UpperBound	M	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous		

La primera fila (*Variable -->*) corresponde a los encabezados de las variables (en gris) definidas automáticamente por el sistema como X1, X2 y X3 (son las tres variables del ejemplo), seguido por el operador de relación (*Direction*) y la solución de las restricciones o *Lado de la mano derecha (Right Hand Side-R.*

H. S). El nombre de las variables se puede cambiar accediendo al submenú *Nombre de variables (Variables Names)* del menú *Editar (Edit)*.

Edit	Format	Solve and Analyze	Re
Cut		Ctrl+X	
Copy		Ctrl+C	
Paste		Ctrl+V	
Clear			
Undo			
Problem Name			
Variable Names			
Constraint Names			
Goal Criteria and Names			
Insert a Goal			
Delete a Goal			
Insert a Variable			
Delete a Variable			
Insert a Constraint			
Delete a Constraint			

La segunda fila (*Maximize*) permite introducir los coeficientes de la función objetivo. Luego aparecen una serie de filas identificadas por la letra **C** y un consecutivo, las cuales corresponden a la cantidad de restricciones con que cuenta el modelo:

C1				<=	
C2				<=	
C3				<=	

Por último aparecen tres filas donde definimos el valor mínimo aceptado por cada variable (*Lower Bound*), el valor máximo (*Upper Bound*) y el tipo de variable (*Variable Type*). En el caso del valor máximo, *M* significa que la variable podrá recibir valores muy grandes (tendientes a infinito).

13.6 Introducción de datos

Para ingresar nuestro modelo propuesto en el ejemplo, el primer paso es llenar la segunda fila con los coeficientes de la función objetivo:

Variable ->	X1	X2	X3	Direction	R. H. S.
Maximize	150	210	130		
C1	10	15	7	<=	3300
C2	12	17	7	<=	3500
C3	8	9	8	<=	2900

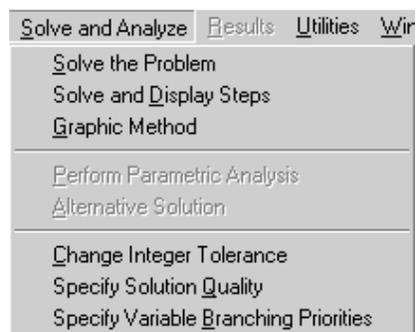
Se sigue con las restricciones C1, C2 y C3:

Usted podrá cambiar los operadores de relación pulsando dos veces seguidas sobre ellos con el botón izquierdo del Mouse. Las otras filas se mantienen iguales.

13.7 Resolviendo un problema

Cuando haya terminado de ingresar el modelo en la plantilla, podrá utilizar las herramientas que provee el menú *Resolver y Analizar (Solve and Analyze)*.

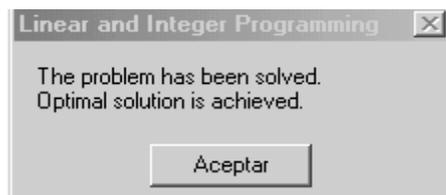
Este menú cuenta con las siguientes opciones:



- *Resolver el problema (Solve the Problem)*: Resuelve el problema mediante el método Simplex Primal. Muestra la solución final completa.
- *Resolver y mostrar los pasos (Solve and Display Steps)*: Muestra cada uno de los pasos o las interacciones realizadas por el Simplex hasta llegar a la solución óptima.
- *Método Gráfico (Graphic Method)*: Resuelve el problema de programación lineal mediante el método gráfico (para problemas que trabajan con dos variables).

13.8 Resolviendo el ejemplo

Seleccionamos la primera opción del menú *Resolver y Analizar (Solve and Analyze)*, donde se mostrará una pequeña ventana con el mensaje "El problema ha sido resuelto. La solución óptima ha sido lograda".



17:50:47		Thursday	February	10	2005			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)	
1	X1	0	150.0000	0	-14.9315	at bound	-M	164.9315
2	X2	105.4795	210.0000	22,150.6900	0	basic	182.7500	315.7143
3	X3	243.8356	130.0000	31,698.6300	0	basic	91.0714	186.6667
Objective		Function	(Max.) =	53,849.3200				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	C1	3,289.0410	<=	3,300.0000	10.9589	0	3,289.0410	M
2	C2	3,500.0000	<=	3,500.0000	0	6.9863	2,537.5000	3,514.0350
3	C3	2,900.0000	<=	2,900.0000	0	10.1370	1,852.9410	2,957.1430

Pulsamos el botón *ACEPTAR* y automáticamente el programa generará la solución óptima.

13.9 Entendiendo la matriz final

Esta matriz presenta suficiente información sobre el modelo resuelto. La primera parte (*Solution Summary*) corresponde al análisis de las variables definidas (X1, X2 y X3).

17:50:47		Thursday	February	10	2005			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)	
1	X1	0	150.0000	0	-14.9315	at bound	-M	164.9315
2	X2	105.4795	210.0000	22,150.6900	0	basic	182.7500	315.7143
3	X3	243.8356	130.0000	31,698.6300	0	basic	91.0714	186.6667
Objective		Function	(Max.) =	53,849.3200				

La columna *Valores de la solución (Solution Value)* presenta los valores óptimos encontrados. En este ejemplo se tiene que X1 es 0 unidades, X2 es 105,4795 unidades y X3 es 243,8356 unidades.

La columna *Costo o Utilidad Unitaria (Unit Cost or Profit)* muestra los coeficientes de la función objetivo para cada variable.

La columna *Contribución Total (Total Contribution)* representa el costo o utilidad generado por cada variable. Por ejemplo, si el valor de la variable X2 es 105,4795 unidades y la utilidad unitaria es \$210, el beneficio total resultará de la multiplicación de ambos valores dando como resultado \$22.150,69. Justo debajo de la última contribución aparece el valor de Z óptimo (\$53.849,32).

La columna *Costo Reducido (Reduced Cost)* identifica el costo que genera incrementar una unidad para cada variable no básica. La siguiente columna llamada *Estatus de la Variable (Basis Status)* muestra si una variable es básica (*Basic*) o no (*at bound*).

La siguiente parte de la matriz final (*Constraint Summary*), presenta las variables de holgura del sistema (C1, C2, C3).

	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	3,289.0410	<=	3,300.0000	10.9589	0	3,289.0410	M
2	C2	3,500.0000	<=	3,500.0000	0	6.9863	2,537.5000	3,514.0350
3	C3	2,900.0000	<=	2,900.0000	0	10.1370	1,852.9410	2,957.1430

La columna *Lado de la mano derecha (Left Hand Side)* muestra el valor alcanzado al reemplazar los valores de X1, X2 y X3 en cada restricción (recuerde que cada restricción se identifica con su variable de holgura).

Las dos columnas siguientes (*Direction* y *Right Hand Side*) muestran las especificaciones dadas a las restricciones en cuanto al operador de relación (\leq) y los valores originales de las restricciones.

La columna *Déficit o Superávit (Slack or Surplus)* muestran los valores de las variables de holgura y la columna *Precios Sombras (Shadow Price)* corresponde a los precios sombras; cuánto se estaría dispuesto a pagar por una unidad adicional de cada recurso.

13.10 La tabla final del simplex

WINQSB permite mostrar los resultados óptimos mediante el formato aplicado por el método Simplex. Para mostrar este formato deberá, una vez resuelto el problema, seleccionar en el menú *Resultados (Results)* la opción *Tabla final del Simplex (Final Simplex Tableau)*.

		X1	X2	X3	Slack_C1	Slack_C2	Slack_C3		
Basis	C(j)	150.0000	210.0000	130.0000	0	0	0	R. H. S.	Ratio
Slack_C1	0	-0.9041	0.0000	0.0000	1.0000	-0.7808	-0.1918	10.9589	
X2	210.0000	0.5479	1.0000	0.0000	0	0.1096	-0.0959	105.4795	
X3	130.0000	0.3836	0.0000	1.0000	0	-0.1233	0.2329	243.8356	
	C(j)-Z(j)	-14.9315	0	0	0	-6.9863	-10.1370	53,849.3200	

DISEÑO METODOLÓGICO

1. Tipo de estudio realizado

Existen varios ejes de clasificación de las investigaciones, este estudio se realiza según el análisis y alcance de los resultados del mismo, se determina un carácter descriptivo, analítico y experimental, dado que se presenta un nuevo método aplicable al análisis de las inversiones en la bolsa de valores de Nicaragua.

2. Tipo de muestreo

Se aplica muestreo por conveniencia pues a pesar que es una muestra relativamente pequeña, que puede ser listada y que las entidades poseen la misma probabilidad de ser seleccionadas, no todas comercializan sus instrumentos periódicamente. Es por ello que únicamente se seleccionaron los instrumentos de BCN, AGRICORP Y MHCP; pues son los más cotizados en el mercado de valores de Nicaragua.

3. Métodos

3.1 Método estadístico descriptivo

Puesto que la naturaleza del modelo y sus características son meramente estadísticas, este método es aplicable al estudio porque permite organizar y clasificar los indicadores cuantitativos obtenidos en la medición, revelándose a través de ellos las propiedades, relaciones y tendencias del fenómeno, que en muchas ocasiones no se perciben de manera inmediata.

3.2 Variables

Rendimiento promedio: Se refiere a la utilidad que se obtiene de lo que se hace, como el rendimiento de una acción, el cual es el porcentaje extra que ha dado al costo original.

Riesgo: Probabilidad de que ocurra un evento fortuito y azaroso que pueda hacer daño de alguna manera.

Precio de venta de las acciones: Valor en términos monetarios que se le asigna a los valores negociables cotizados en la bolsa, este es determinado por el emisor.

3.3 Recolección y análisis de la información.

La recolección de datos fue obtenida de manera informática y recopilados por monitoreo de datos de julio 2013 a mayo 2014 (*Tabla 2*). Los datos a utilizar en modelo de maximización y minimización se pueden observar en *Tabla 3*.

Se hicieron los cálculos de maximización del rendimiento (ecuación 7) y minimización del riesgo (ecuación 8). Usando el software WINQSB.

Tabla 2. Datos recolectados de BCN, AGRICORP Y MHCP

Julio	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo.	promedio	varianza
1.16	0.62	0.46	7.38	1.8	1.03	5	0.98	0.9	1.1	1.99	2.035	2.169
0.25	18	0.29	0.26	0.24	5.05	2.04	1.8	0.22	4.6	6.38	3.560	5.291
15	2.64	3.65	0.92	1.23	4.23	12.5	5.38	0.46	8.3	23.1	7.039	7.134

Tabla 3. Datos para el programa

Variable	Empresa	Rendimiento (%)	Precio de venta	Riesgo (%) (σ)
X ₁	BCN	2.035	75.50	2.169
X ₂	AGRICORP	3.560	41.67	5.291
X ₃	MHCP	7.039	91.03	7.134

Resultados y discusión

1. Solución del problema de programación lineal de maximización

A continuación se muestran los resultados del problema de maximización del rendimiento

Maximizar: $Z_1 = \sum_{i=0}^n x_i R_i$

$$Z_1 = X_1(0.02035) + X_2(0.03560) + X_3(0.07039)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n x_i (Pv_i - Pv_{min}) \leq \lambda_1 (Pv_{max} - Pv_{min})$$

$$X_1(75.50 - 41.67) + X_2(41.67 - 41.67) + X_3(91.03 - 41.67) \leq \lambda_1(91.03 - 41.67)$$

$$33.83 X_1 + 0 X_2 + 49.36 X_3 \leq 49.36 \lambda_1$$

$$\sum_{i=1}^n X_i (\sigma_i - \sigma_{min}) \leq \lambda_2 (\sigma_{max} - \sigma_{min})$$

$$X_1(0.02169 - 0.02169) + X_2(0.05291 - 0.02169) + X_3(0.07134 - 0.02169) \\ \leq \lambda_2(0.07134 - 0.02169)$$

$$0 X_1 + 0.03122 X_2 + 0.04966 X_3 \leq 0.04966 \lambda_2$$

$$0 \leq X_i \leq 1$$

$$0 \leq X_1, X_2, X_3 \leq 1.$$

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

$$X_1 + X_2 + X_3 = 1$$

1.1 Resultados del problema de programación lineal de maximización

Los resultados del problema de maximización del rendimiento se muestran en las tablas 4, 5 y 6. En la *Tabla 4*, se refleja la distribución de la contribución para cada una de las variables. En la *Tabla 5*, se observa la distribución.

Tabla 4. Contribución para cada variable

λ_1	$\lambda_2=0.1$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.1	-----	-----	-----	-----	-----	7.44 87.66 4.90	0 90 10	0 90 10	0 90 10	0 90 10
0.2	-----	-----	-----	-----	22.98 72.77 4.25	11.65 76.34 12.02	0.34 79.89 19.77	0 80 20	0 80 20	0 80 20
0.3	-----	-----	-----	38.51 57.89 3.60	27.18 61.45 11.37	15.85 65.01 19.14	4.54 68.57 26.89	0 70 30	0 70 30	0 70 30
0.4	-----	-----	54.03 43 2.97	42.72 46.56 10.72	31.39 50.12 18.49	20.06 53.69 26.25	8.75 57.25 34.01	0 60 40	0 60 40	0 60 40
0.5	-----	69.57 28.11 2.32	58.23 31.68 10.09	46.92 35.24 17.84	35.59 38.80 25.61	24.26 42.37 33.37	12.95 45.93 41.12	1.62 49.49 48.89	0 50 50	0 50 50
0.6	85.08 13.23 1.69	73.77 16.79 9.44	62.44 20.36 17.20	51.13 23.91 24.96	39.80 27.48 32.72	28.46 31.05 40.49	17.16 34.60 48.24	5.82 38.17 56.01	0 40 60	0 40 60
0.7	89.28 1.91 8.81	77.97 5.47 16.56	66.64 9.03 24.33	55.33 12.59 32.08	44 16.16 39.84	32.67 19.72 47.61	21.36 23.28 55.36	10.03 26.85 63.12	0 30 70	0 30 70
0.8	90 0 10	80 0 20	70 0 30	59.59 1.12 39.29	48.21 4.83 46.96	36.87 8.40 54.73	25.56 11.96 62.48	14.23 15.52 70.25	2.92 19.08 78.00	0 20 80
0.9	90 0 10	80 0 20	70 0 30	60 0 40	50 0 50	40 0 60	29.77 0.63 69.60	18.44 4.20 77.36	7.13 7.76 85.11	0 10 90
1	90 0 10	80 0 20	70 0 30	60 0 40	50 0 50	40 0 60	30 0 70	20 0 80	10 0 90	0 0 100

Tabla 5. Rendimiento estimado para cada variable.

λ_1	$\lambda_2=0.1$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.1	-----	-----	-----	-----	-----	0.15 3.12 0.35	0 3.21 0.70	0 3.21 0.70	0 3.21 0.70	0 3.21 0.70
0.2	-----	-----	-----	-----	0.47 2.59 0.30	0.24 2.72 0.85	0.01 2.84 1.39	0 2.85 1.41	0 2.85 1.41	0 2.85 1.41
0.3	-----	-----	-----	0.78 2.07 0.25	0.55 2.19 0.80	0.32 2.31 1.35	0.09 2.45 1.89	0 2.49 2.11	0 2.49 2.11	0 2.49 2.11
0.4	-----	-----	1.10 1.53 0.21	0.87 1.66 0.75	0.64 1.78 1.30	0.41 1.91 1.85	0.18 2.04 2.39	0 2.13 2.82	0 2.13 2.82	0 2.13 2.82
0.5	-----	1.42 1 0.16	1.18 1.13 0.71	0.96 1.25 1.26	0.73 1.38 1.80	0.49 1.51 2.35	0.26 1.64 2.89	0.04 1.76 3.44	0 1.78 3.52	0 1.78 3.52
0.6	1.73 0.47 0.12	1.50 0.60 0.66	1.27 0.73 1.21	1.04 0.85 1.76	0.81 0.98 2.30	0.58 1.12 2.85	0.35 1.23 3.40	0.12 1.36 3.94	0 1.43 4.22	0 1.43 4.22
0.7	1.82 0.07 0.62	1.59 0.19 1.17	1.36 0.32 1.71	1.13 0.45 2.25	0.90 0.58 2.80	0.66 0.70 3.36	0.43 0.83 3.90	0.20 0.96 4.44	0 1.07 4.93	0 1.07 4.93
0.8	1.83 0 0.71	1.63 0 1.41	1.43 0 2.11	1.21 0.04 2.77	0.98 0.17 3.31	0.75 0.30 3.85	0.51 0.43 4.40	0.29 0.55 4.95	0.06 0.68 5.49	0 0.71 5.63
0.9	1.83 0 0.71	1.63 0 1.41	1.43 0 2.11	1.22 0 2.82	1.02 0 3.52	0.82 0 4.22	0.61 0.02 4.90	0.37 0.15 5.45	0.15 0.28 5.98	0 0.35 6.34
1	1.83 0 0.71	1.63 0 1.41	1.43 0 2.11	1.22 0 2.82	1.02 0 3.52	0.82 0 4.22	0.61 0 4.93	0.41 0 5.63	0.20 0 6.34	0 0 7.04

Tabla 6. Rendimiento del portafolio.

λ_1	$\lambda_2=$ 0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.1	-----	-----	-----	-----	-----	3.62	3.91	3.91	3.91	3.91
0.2	-----	-----	-----	-----	3.36	3.8	4.24	4.26	4.26	4.26
0.3	-----	-----	-----	3.1	3.54	3.98	4.43	4.60	4.60	4.60
0.4	-----	-----	2.84	3.28	3.72	4.17	4.61	4.95	4.95	4.95
0.5	-----	2.58	3.02	3.47	3.91	4.35	4.79	5.24	5.3	5.30
0.6	2.32	2.76	3.21	3.65	4.09	4.53	4.98	5.42	5.65	5.65
0.7	2.5	2.95	3.39	3.83	4.28	4.72	5.16	5.6	6.00	6.00
0.8	2.54	3.04	3.54	4.02	4.46	4.9	5.34	5.79	6.23	6.34
0.9	2.54	3.04	3.54	4.04	4.54	5.04	5.53	5.97	6.41	6.69
1	2.54	3.04	3.54	4.04	4.54	5.04	5.54	6.04	6.54	7.04

2. Solución del problema de programación lineal de minimización de riesgo

Minimizar:

$$Z_2 = \sum_{i=1}^n X_i \sigma_i$$

$$Z_2 = X_1 \mathbf{0.02169} + X_2 \mathbf{0.05291} + X_3 \mathbf{0.07134}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n X_i (Pv_i - Pv_{min}) \geq \lambda_1 (Pv_{max} - Pv_{min})$$

$$X_1(75.50 - 41.67) + X_2(41.67 - 41.67) + X_3(91.03 - 41.67) \geq \lambda_1(91.03 - 41.67)$$

$$\mathbf{33.83 X_1 + 0 X_2 + 49.36 X_3 \geq 49.36 \lambda_1}$$

$$\sum_{i=1}^n X_i (R_i - R_{min}) \geq \lambda_2 (R_{max} - R_{min})$$

$$X_1(0.02035 - 0.02035) + X_2(0.03560 - 0.02035) + X_3(0.07039 - 0.02035) \\ \geq \lambda_2(0.07039 - 0.02035)$$

$$0 X_1 + 0.01525 X_2 + 0.05005 X_3 \geq \lambda_2 0.05005$$

$$0 \leq X_i \leq 1$$

$$0 \leq X_1, X_2, X_3 \leq 1.$$

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

$$X_1 + X_2 + X_3 = 1$$

2.1 Resultados problema de minimización

Tabla 6. Contribución dada para cada una de las variables.

λ_1	$\lambda_2=0.1$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.1	90 0 10	80 0 20	70 0 30	60 0 40	50 0 50	40 0 60	30 0 70	20 0 80	10 0 90	0 0 100
0.2	90 0 10	80 0 20	70 0 30	60 0 40	50 0 50	40 0 60	30 0 70	20 0 80	10 0 90	0 0 100
0.3	90 0 10	80 0 20	70 0 30	60 0 40	50 0 50	40 0 60	30 0 70	20 0 80	10 0 90	0 0 100
0.4	90 0 10	80 0 20	70 0 30	60 0 40	50 0 50	40 0 60	30 0 70	20 0 80	10 0 90	0 0 100
0.5	90 0 10	80 0 20	70 0 30	60 0 40	50 0 50	40 0 60	30 0 70	20 0 80	10 0 90	0 0 100
0.6	90 0 10	80 0 20	70 0 30	60 0 40	50 0 50	40 0 60	30 0 70	20 0 80	10 0 90	0 0 100
0.7	90 0 10	80 0 20	70 0 30	60 0 40	50 0 50	40 0 60	30 0 70	20 0 80	10 0 90	0 0 100
0.8	64 0 36	64 0 36	64 0 36	60 0 40	50 0 50	40 0 60	30 0 70	20 0 80	10 0 90	0 0 100
0.9	33 0 67	33 0 67	33 0 67	33 0 67	33 0 67	33 0 67	30 0 70	20 0 80	10 0 90	0 0 100
1	0 0 100	0 0 100								

Tabla 7. Riesgo de las variables.

λ_1	$\lambda_2=0.1$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.1	1.96 0 0.71	1.73 0 1.43	1.52 0 2.14	1.30 0 2.85	1.09 0 3.56	0.87 0 4.28	0.65 0 4.99	0.43 0 5.71	0.22 0 6.42	0 0 7.13
0.2	1.96 0 0.71	1.73 0 1.43	1.52 0 2.14	1.30 0 2.85	1.09 0 3.56	0.87 0 4.28	0.65 0 4.99	0.43 0 5.71	0.22 0 6.42	0 0 7.13
0.3	1.96 0 0.71	1.73 0 1.43	1.52 0 2.14	1.30 0 2.85	1.09 0 3.56	0.87 0 4.28	0.65 0 4.99	0.43 0 5.71	0.22 0 6.42	0 0 7.13
0.4	1.96 0 0.71	1.73 0 1.43	1.52 0 2.14	1.30 0 2.85	1.09 0 3.56	0.87 0 4.28	0.65 0 4.99	0.43 0 5.71	0.22 0 6.42	0 0 7.13
0.5	1.96 0 0.71	1.73 0 1.43	1.52 0 2.14	1.30 0 2.85	1.09 0 3.56	0.87 0 4.28	0.65 0 4.99	0.43 0 5.71	0.22 0 6.42	0 0 7.13
0.6	1.96 0 0.71	1.73 0 1.43	1.52 0 2.14	1.30 0 2.85	1.09 0 3.56	0.87 0 4.28	0.65 0 4.99	0.43 0 5.71	0.22 0 6.42	0 0 7.13
0.7	1.96 0 0.71	1.73 0 1.43	1.52 0 2.14	1.30 0 2.85	1.09 0 3.56	0.87 0 4.28	0.65 0 4.99	0.43 0 5.71	0.22 0 6.42	0 0 7.13
0.8	1.38 0 2.60	1.38 0 2.60	1.38 0 2.60	1.30 0 2.85	1.09 0 3.56	0.87 0 4.28	0.65 0 4.99	0.43 0 5.71	0.22 0 6.42	0 0 7.13
0.9	0.72 0 4.77	0.72 0 4.77	0.72 0 4.77	0.72 0 4.77	0.72 0 4.77	0.72 0 4.77	0.65 0 4.99	0.44 0 5.70	0.22 0 6.42	0 0 7.13
1	0 0 7.13	0 0 7.13								

Tabla 8. Riesgo del portafolio.

λ_1	$\lambda_2=0.1$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.1	2.67	3.16	3.66	4.16	4.65	5.15	5.64	6.14	6.64	7.13
0.2	2.67	3.16	3.66	4.16	4.65	5.15	5.64	6.14	6.64	7.13
0.3	2.67	3.16	3.66	4.16	4.65	5.15	5.64	6.14	6.64	7.13
0.4	2.67	3.16	3.66	4.16	4.65	5.15	5.64	6.14	6.64	7.13
0.5	2.67	3.16	3.66	4.16	4.65	5.15	5.64	6.14	6.64	7.13
0.6	2.67	3.16	3.66	4.16	4.65	5.15	5.64	6.14	6.64	7.13
0.7	2.67	3.16	3.66	4.16	4.65	5.15	5.64	6.14	6.64	7.13
0.8	3.98	3.98	3.98	4.16	4.65	5.15	5.64	6.14	6.64	7.13
0.9	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.64	6.14	6.64	7.13
1	7.13	7.13	7.13	7.13	7.13	7.13	7.13	7.13	7.13	7.13

Tabla 9. Diferencias entre rendimiento y riesgo.

λ_1	$\lambda_2=0.1$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
0.1	-----	-----	-----	-----	-----	1.53	1.73	2.23	2.7	3.22
0.2	-----	-----	-----	-----	1.29	1.35	1.4	1.88	2.4	2.87
0.3	-----	-----	-----	1.06	1.11	1.17	1.21	1.54	2	2.53
0.4	-----	-----	0.82	0.88	0.93	0.98	1.03	1.19	1.7	2.18
0.5	-----	0.58	0.64	0.69	0.74	0.8	0.85	0.9	1.3	1.83
0.6	0.35	0.4	0.45	0.51	0.56	0.62	0.66	0.72	1	1.48
0.7	0.17	0.21	0.27	0.33	0.37	0.43	0.48	0.54	0.6	1.13
0.8	1.44	0.94	0.44	0.14	0.19	0.25	0.3	0.35	0.4	0.79
0.9	3.02	2.52	2.02	1.52	1.02	0.52	0.11	0.17	0.2	0.44
1	4.59	4.09	3.59	3.09	2.59	2.09	1.59	1.09	0.6	0.09

3. Solución del método matemático.

Tabla 10. Comparación de la diferencia de riesgo y rendimiento.

MIN	$\lambda 1$	0.7	$\lambda 2$	0.2	
	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	80	0	20	100	
Rendimiento	1.63	0	1.41	3.04	0.12
Riesgo	1.73	0	1.43	3.16	
MAX	$\lambda 1$	0.7	$\lambda 2$	0.2	
Contribución	78	5.5	16.56	100	
Rendimiento	1.59	0.2	1.17	2.95	0.21
Riesgo	1.69	0.29	1.18	3.16	

Según el método matemático el principal criterio para la selección de un portafolio de inversión es la menor diferencia entre el riesgo y el rendimiento. Los resultados obtenidos al resolver el sistema de programación lineal brindan los datos necesarios para determinar cómo distribuir el portafolio de inversión, el valor del rendimiento a obtener y el riesgo en que incurre dicho portafolio.

Como resultado del método matemático se obtiene que en el $t=0$ la mejor cartera de inversión está dado por el modelo de minimización del riesgo puesto que la diferencia obtenida entre el rendimiento y el riesgo es menor que la obtenida en el modelo de maximización del rendimiento. Esto lo podemos observar al evaluar el punto $\lambda 1=0.7$, $\lambda 2=0.2$, simultáneamente se conoce que el portafolio tiene la siguiente distribución 80% en BCN, 0% en AGRICORP y 20% en MHCP. También se conocen el rendimiento (3.04) y el riesgo (3.16).

Es importante resaltar que los porcentajes de cada acción son diferentes para cada solución del problema de la selección de la cartera de inversión, lo cual era de esperarse ya que las variables son reales y admiten una cantidad infinita de soluciones.

4. Consideraciones finales

Se considera que con este trabajo investigativo se le da solución a situaciones que se presentan o se pueden presentar a toda persona interesada en participar en el mercado de BVDN. De esta manera, se puede calcular de modo preciso los datos necesarios para su análisis y así tener esta información disponible al momento de la toma de decisiones para la selección de un portafolio de inversión.

En este sentido queremos enfatizar que dentro de la Investigación de Operaciones la Programación lineal es una excelente herramienta para el análisis matemático de los datos considerados en el modelo, y la óptima utilización del programa WINQSB puede lograr un mejor desempeño al hacer valuación de los instrumentos, por consiguiente, se obtiene un mejor entendimiento de la situación del mismo, con la única limitante que se necesita instalar el sistema operativo Microsoft Windows XP, por su incompatibilidad con otros sistemas operativos, defecto que podría ser superado por los creadores en cuestión de tiempo.

Para finalizar, esperamos que con este trabajo despertemos el interés de las demás generaciones de la carrera "Ciencias Actuariales y Financieras" para que investiguen y desarrollen trabajos de interés, no sólo para las bolsa de valores, sino para otras ramas del sistema financiero nacional, haciendo uso de las herramientas que están a nuestro alcance, como WINQSB o bien proponiendo nuevos métodos y sistemas de análisis para responder a los diversos escenarios en el tema de la inversión.

Conclusiones

El método matemático en programación lineal fue eficaz para encontrar la contribución, rendimiento y riesgo de cada empresa en el portafolio. Por ejemplo se puede notar que al tener un portafolio con una distribución: 90% BCN, 0% AGRICORP Y 10% MHCP, se obtiene un rendimiento de 2.54% con un riesgo del 2.67%.

En la aplicación del modelo de maximización del rendimiento se concluyó que todos y cada uno de los puntos en el espacio de soluciones son valores óptimos que brindan solución al sistema, pero la selección del punto más adecuado depende de la distribución de las contribuciones de los valores evaluados en el modelo de minimización del riesgo.

El modelo de minimización del riesgo nos brinda el nivel de inseguridad e incertidumbre asumida por el inversor para un determinado portafolio de inversión, a la vez ofrece las pautas para encontrar el rendimiento asociado que este portafolio puede o podría poseer en los diferentes puntos del espacio de soluciones.

La comparación de los modelos nos muestra que al basarnos en la menor diferencia entre el riesgo y el rendimiento en el tiempo cero, la mejor cartera de inversión está dada por la función de minimización del riesgo (Modelo minimización = 0.12 menor que Modelo maximización = 0.21).

Recomendaciones

Con la realización de este trabajo investigativo se brinda un aporte para la valuación de portafolios de inversión mediante una nueva herramienta, de naturaleza meramente matemática que persigue la idea de hacer más confiable y eficiente el sistema de selección de los instrumentos financieros divulgados en la bolsa de valores. Sin embargo sabemos que puede ser mejorado de la manera siguiente:

- ❖ Encontrando un nuevo programa que permita el análisis del modelo y sus restricciones.
- ❖ Desarrollando un mecanismo que facilite la generación de las tablas para la comparación de resultados.
- ❖ Utilizando una cantidad mayor de datos para tener una mayor seguridad de los resultados.
- ❖ Realizando el método con un portafolio más grande.
- ❖ Estableciendo la investigación de operaciones como un componente obligatorio en la carrera de Ciencias Actuariales y Financieras.

Bibliografía

Black, F. & Scholes, M. (1973). The pricing of and corporate liabilities. *The journal of political economy*, (81), 637-654.

BOLSA DE VALORES DE NICARAGUA. (Sf). Alternativas de financiamiento. Recuperado de <http://bolsanic.com/index.php/financiamiento-empresarial-en-bvbn-83/alternativas-de-financiamiento-en-bdbn>

BOLSA DE VALORES DE NICARAGUA. (Sf). Financiamiento empresarial. <http://bolsanic.com/index.php/financiamiento-empresarial-en-bvbn-83>

BOLSA DE VALORES DE NICARAGUA. (Sf). Historia. Recuperado de <http://bolsanic.com/index.php/historia>

Bolsa de Valores. (Sf). Recuperado de <http://www.definicionabc.com/economia/bolsa-de-valores.php>

Calvo, Antonio; Cuervo, Álvaro; Parejo, José Alberto; Rodríguez, Luis (2008). *Manual del sistema financiero español*. Ariel.

Gitman L.J. (2007). *Principios de administración financiera*. Pearson educación, México.

Gysel Amezcuca, H.J., & Samano Celorio, M.A. (2004). Teoría del riesgo - Selección de un portafolios de inversión (tesis inédita de licenciatura). Universidad de las Américas Puebla, Cholula, Puebla, México.

Jiménez Almaraz, L. (2009). *LATIBEX. El mercado latinoamericano de valores* (tesis inédita de maestría). Universidad internacional de Andalucía.

Kostolany, A. (1987). *Estrategia bursátil: la mejor guía para inversores y especuladores*. Editorial Planeta.

SECADA Consultores (sf). Glosario de términos bursátiles y financieros.
Recuperado de <http://www.sec-consult.net/articulos/glosario.pdf>

Universidad Interamericana para el Desarrollo (sf). *Mercados e instrumentos financieros. Riesgo, rendimiento y diversificación.*

Zavala-Díaz, J.C., & García-Villagómez, D.V. (2009). Selección de una Cartera de Inversión en la Bolsa Mexicana de Valores por Medio de un Método de Programación Lineal. *Programación Matemática y Software*, 1(1), 130-151.

ANEXOS

Resolviendo el problema de programación lineal de maximización del rendimiento.

1. Introducción de datos.

windows xp (Instantánea 1) [Corriendo] - Oracle VM VirtualBox

Linear and Integer Programming

File Edit Format Solve and Analyze Results Utilities Window WinQSB Help

MXF

tableType : BCN Continuous

Variable -->	BCN	AGRI	MHCP	Direction	R. H. S.
Maximize	0.02035	0.03560	0.07039		
Precio	33.83		49.36	<=	49.36
Riesgo		0.03122	0.04966	<=	0.04966
N.N. BCN	1			<=	1
N.N. AGRI		1		<=	1
N.N. MHCP			1	<=	1
Suma prob.	1	1	1	=	1
LowerBound	0	0	0		
UpperBound	M	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous		

2. Solución del problema de maximización del rendimiento.

windows xp (Instantánea 1) [Corriendo] - Oracle VM VirtualBox

Linear and Integer Programming

File Format Results Utilities Window Help

Combined Report for MXF

	20:30:50	Monday	March	16	2015			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)	
1	BCN	0	0.0203	0	-0.0500	at bound	-M	0.0704
2	AGRI	0	0.0356	0	-0.0348	at bound	-M	0.0704
3	MHCP	1.0000	0.0704	0.0704	0	basic	0.0356	M
Objective	Function	(Max.) =	0.0704					
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	Precio	49.3600	<=	49.3600	0	0	49.3600	M
2	Riesgo	0.0497	<=	0.0497	0	0	0.0497	M
3	N.N. BCN	0	<=	1.0000	1.0000	0	0	M
4	N.N. AGRI	0	<=	1.0000	1.0000	0	0	M
5	N.N. MHCP	1.0000	<=	1.0000	0	0	1.0000	M
6	Suma prob.	1.0000	=	1.0000	0	0.0704	0	1.0000

Resolviendo el problema de programación lineal de minimización del riesgo.

3. Introducción de datos.

The screenshot shows the 'Linear and Integer Programming' software interface. The main window displays a table for the MMF problem. The table has columns for 'Variable -->', 'BCN', 'AGRI', 'MHCP', 'Direction', and 'R. H. S.'. The rows include the objective function (Minimize), constraint coefficients (PRECIO, RENDIMIEN), non-negativity constraints (N.N. BCN, N.N. AGRI, N.N. MHCP), and summary statistics (Suma de, LowerBound, UpperBound, VariableType).

Variable -->	BCN	AGRI	MHCP	Direction	R. H. S.
Minimize	0.02169	0.05291	0.07134		
PRECIO	33.83		49.36	>=	49.36
RENDIMIEN		0.01525	0.05005	>=	0.05005
N.N. BCN	1			<=	1
N.N. AGRI		1		<=	1
N.N. MHCP			1	<=	1
Suma de	1	1	1	=	1
LowerBound	0	0	0		
UpperBound	M	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous		

4. Solución del problema de minimización de riesgo.

The screenshot shows the 'Linear and Integer Programming' software interface displaying the 'Combined Report for MMF'. The report includes a table with columns for 'Decision Variable', 'Solution Value', 'Unit Cost or Profit c(i)', 'Total Contribution', 'Reduced Cost', 'Basis Status', 'Allowable Min. c(i)', and 'Allowable Max. c(i)'. It also includes a table for constraints with columns for 'Constraint', 'Left Hand Side', 'Direction', 'Right Hand Side', 'Slack or Surplus', 'Shadow Price', 'Allowable Min. RHS', and 'Allowable Max. RHS'.

Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(i)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(i)	Allowable Max. c(i)
1 BCN	0	0.0217	0	-0.0497	at bound	-M	M
2 AGRI	0	0.0529	0	-0.0184	at bound	-M	M
3 MHCP	1.0000	0.0713	0.0713	0	basic	-M	M
Objective	Function	(Min.) =	0.0713				

Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1 PRECIO	49.3600	>=	49.3600	0	0	49.3600	M
2 RENDIMIENTO	0.0501	>=	0.0501	0	0	0.0501	M
3 N.N. BCN	0	<=	1.0000	1.0000	0	0	M
4 N.N. AGRI	0	<=	1.0000	1.0000	0	0	M
5 N.N. MHCP	1.0000	<=	1.0000	0	0	1.0000	M
6 Suma de prob	1.0000	=	1.0000	0	0.0713	0	1.0000

Tablas de solución para diferentes puntos en el espacio de soluciones.

Modelo	λ_1	0.7	λ_2	0.1	
Minimización del riesgo	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	90	0	10	100	
Rendimiento	1.83	0	0.71	2.54	0.13
Riesgo	1.96	0	0.71	2.67	
Maximización del rendimiento.	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	89.3	1.91	8.81	100	
Rendimiento	1.82	0.07	0.62	2.51	0.16
Riesgo	1.94	0.10	0.63	2.67	

Modelo	λ_1	0.7	λ_2	0.3	
Minimización del riesgo	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	70	0	30	100	
Rendimiento	1.43	0	2.11	3.54	0.12
Riesgo	1.52	0	2.14	3.66	
Maximización del rendimiento.	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	66.64	9.03	24.33	100	
Rendimiento	1.36	0.32	1.71	3.39	0.27
Riesgo	1.45	0.48	1.74	3.66	

Modelo	λ_1	0.8	λ_2	0.4	
Minimización del riesgo	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	60	0	40	100	
Rendimiento	1.22	0	2.82	4.04	0.11
Riesgo	1.3	0	2.85	4.15	
Maximización del rendimiento.	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	59.59	1.12	39.29	100	
Rendimiento	1.21	0.04	2.77	4.02	0.13
Riesgo	1.29	0.06	2.80	4.15	

Modelo	λ_1	0.8	λ_2	0.5	
Minimización del riesgo	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	50	0	50	100	
Rendimiento	1.02	0	3.52	4.54	0.11
Riesgo	1.09	0	3.56	4.65	
Maximización del rendimiento.	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	48.21	4.83	46.96	100	
Rendimiento	0.98	0.17	3.31	4.46	0.19
Riesgo	1.05	0.26	3.35	4.65	

Modelo	λ_1	0.8	λ_2	0.6	
Minimización del riesgo	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	40	0	60	100	
Rendimiento	0.81	0	4.23	5.04	0.11
Riesgo	0.87	0	4.28	5.15	
Maximización del rendimiento.	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	36.87	8.4	54.73	100	
Rendimiento	0.75	0.3	3.85	4.9	0.25
Riesgo	0.80	0.44	3.90	5.15	

Modelo	λ_1	0.9	λ_2	0.7	
Minimización del riesgo	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	30	0	70	100.00	
Rendimiento	0.61	0	4.93	5.54	0.10
Riesgo	0.65	0	4.99	5.64	
Maximización del rendimiento.	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	29.77	0.63	69.6	100.00	
Rendimiento	0.61	0.02	4.9	5.53	0.11
Riesgo	0.65	0.03	4.97	5.64	

Modelo	λ_1	0.9	λ_2	0.8	
Minimización del riesgo	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	20	0	80	100.00	
Rendimiento	0.41	0	5.63	6.04	0.10
Riesgo	0.44	0	5.7	6.14	
Maximización del rendimiento.	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	18.44	4.2	77.36	100.00	
Rendimiento	0.37	0.15	5.45	5.97	0.17
Riesgo	0.40	0.22	5.52	6.14	

Modelo	λ_1	0.9	λ_2	0.9	
Minimización del riesgo	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	10	0	90	100.00	
Rendimiento	0.2	0	6.34	6.54	0.10
Riesgo	0.22	0	6.42	6.64	
Maximización del rendimiento.	BCN	AGRI	MHCP	SUMA	DIF.
Contribución	7.13	7.76	85.11	100.00	
Rendimiento	0.15	0.28	5.98	6.41	0.23
Riesgo	0.15	0.41	6.07	6.64	

Glosario

Acción: Título de propiedad de carácter negociable representativo de una parte alícuota del patrimonio de una sociedad o empresa. Otorga a sus titulares derechos que pueden ser ejercidos colectivamente y/o individualmente.

AGRICORP: Corporación agrícola s.a.

Apalancamiento financiero: Endeudamiento de una empresa con el ánimo de incrementar su capacidad productiva y por ende sus ventas.

BCN: Banco Central de Nicaragua.

Bono: Título valor puesto a la venta por bancos, empresas o el propio Estado para captar dinero efectivo del mercado.

Coefficiente correlación: indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcionalidad entre dos variables estadísticas. Se considera que dos variables cuantitativas están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varían sistemáticamente con respecto a los valores homónimos de la otra

Commodities: Bienes primarios que se transan internacionalmente. Por ejemplo: granos, metales, productos energéticos (petróleo, carbón, etc.) y suaves (café, algodón, etc.).

Covarianza: Representa la media del producto de las desviaciones de dos variables en relación a su media. Medida estadística cuyo valor representa una asociación lineal entre dos variables. Si las dos variables siempre están simultáneamente por encima o por debajo de la media la covarianza es positiva, en caso contrario es negativa. Un valor cercano a cero sugiere poca relación entre los co-movimientos de las variables.

Especulación: es la operación comercial que se practica con mercancías, valores o efectos públicos con el único propósito de lucrarse con las variaciones en su precio de mercado, aun cuando en determinadas condiciones la apreciación del producto está garantizada y no es, por lo tanto, especulativa en el sentido original del vocablo;

Factor de ponderación de Riesgo. Es un factor de ajuste que refleja el nivel de riesgo de crédito del activo o de la operación contingente a ser ponderada. Este factor se utiliza para determinar el peso del activo o de la operación contingente, en términos de riesgo de crédito, para el cálculo del índice de patrimonio y garantías de riesgo.

Factoring: Operación consistente en la compra total o parcial de la cartera de una empresa por parte de otra (denominada factor) que asume los riesgos relativos al cobro. El factor garantiza el pago de la cartera comprada en su vencimiento.

Fondos de cobertura: (en inglés *hedging* o *hedge*) se llama al conjunto de operaciones dirigidas a anular o reducir el riesgo de un activo o pasivo financiero en posesión de una empresa o de un particular. Los fondos creados con este fin se denominan fondos de cobertura.

Forwards: Contrato privado que representa la obligación de comprar (o vender) un determinado activo en una fecha futura determinada, en un precio preestablecido al inicio del período de vigencia del contrato.

Inflación es el aumento generalizado y sostenido de los precios de los bienes y servicios existentes en el mercado durante un período de tiempo, generalmente un año. Cuando el nivel general de precios sube, con cada unidad de moneda se adquieren menos bienes y servicios. Es decir, que la inflación refleja la disminución del poder adquisitivo de la moneda.

Knapsack: es un problema de optimización combinatoria, es decir, que busca la mejor solución entre un conjunto de posibles soluciones a un problema. Modela una situación análoga al llenar una mochila, incapaz de soportar más de un peso determinado, con todo o parte de un conjunto de objetos, cada uno con un peso y valor específicos. Los objetos colocados en la mochila deben maximizar el valor total sin exceder el peso máximo.

Liquidez: En economía representa la cualidad de los activos para ser convertidos en dinero efectivo de forma inmediata sin pérdida significativa de su valor. De tal manera que cuanto más fácil es convertir un activo en dinero se dice que es más líquido. Por definición el activo con mayor liquidez es el dinero, es decir los billetes y monedas tienen una absoluta liquidez, de igual manera los depósitos bancarios a la vista, conocidos como dinero bancario, también gozan de absoluta liquidez y por tanto desde el punto de vista macroeconómico también son considerados dinero.

MHCP: Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Rentabilidad: es la capacidad de producir o generar un beneficio adicional sobre la inversión o esfuerzo realizado.

Varianza: Medida estadística que muestra la variabilidad de un valor (como el precio de una acción por ejemplo). A mayor varianza mayores variaciones con respecto al promedio y en consecuencia mayor volatilidad.

Volatilidad: Correlación entre las variaciones de las cotizaciones de un valor y las del índice general del mercado bursátil. Es un concepto estadístico que permite valorar la exposición de un valor a fluctuación de precios superiores a las del resto del mercado. Una volatilidad alta indica un mayor riesgo con respecto al total del mercado. La volatilidad se mide por medio de la varianza de una serie de cotizaciones históricas y se observa la desviación típica con respecto al índice de mercado o de un

sector determinado de valores. Para analizar esta volatilidad se utiliza habitualmente el coeficiente beta.