

RIESGO DE MERCADO AJUSTADO POR LIQUIDEZ

CRISTIAN CAMILO RINCON CEPEDA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIAS ADMINISTRATIVAS
INGENIERIA FINANCIERA
BUCARAMANGA**

2012

RIESGO DE MERCADO AJUSTADO POR LIQUIDEZ

CRISTIAN CAMILO RINCON CEPEDA

TRABAJO DE GRADO

Asesor:

GLORIA INES MACIAS VILLALBA

Magister en finanzas

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERIAS ADMINISTRATIVAS

INGENIERIA FINANCIERA

BUCARAMANGA

2012

Nota de aceptación:

Firma del Asesor

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bucaramanga, 15 de mayo de 2012

DEDICATORIA

“A mis padres, que durante sus veinte cinco años de unión han sido un ejemplo a seguir; y con su amor, comprensión, tolerancia y exigencia son parte indispensable en mi formación.”

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme la oportunidad y las facultades necesarias en mi vida para disfrutar y aprovechar esta oportunidad.

A mis padres, Trinidad Cepeda e Isidro Rincón quienes juntos me han acompañado en el transcurrir de mi vida, me han ayudado a superar las dificultades y me han brindado el apoyo incondicional para lograr esta meta.

A mis hermanos, Mónica María y Miguel Darío Rincón gracias por su compañía, motivación y por cada una de las cosas que de una u otra forma me han enseñado a ser una mejor persona. Miguel más que un hermano, un amigo.

A todos los docentes, que compartieron su sabiduría, orientándome en mi formación profesional y personal, un agradecimiento muy especial a la profesora y asesora de este proyecto Dra. Gloria Inés Macías que con su ayuda y supervisión se logro esta investigación, junto a ella, a los ingenieros Edgar Luna y Edinson Torrado, que con su exigencia y conocimientos me formaron en las principales líneas de la carrera.

A los jurados y a la vez docentes, Ing. Luz Helena Carvajal e Ing. Judith Buitrago que gracias a sus aportes y sugerencias se pudo lograr un mejor resultado en esta investigación.

A todos mis amigos, en especial a Yury Espinel, Faiber Gamboa, Alix Cruz, Víctor Acevedo y Jorge Combita quienes en todo momento fueron una gran apoyo, motivación e hicieron mas agradable este proceso.

Finalmente a la Universidad Autónoma de Bucaramanga, que me dio la oportunidad de obtener una formación profesional competitiva para desempeñarme en el mundo laboral.

CONTENIDO

INTRODUCCION	10
1 ESTRUCTURACION DEL PORTAFOLIO SEGÚN LA TEORIA DE MARKOWITZ.	15
1.1 GRAFICO DE DOMINANCIA.....	16
1.2 MATRIZ DE CORRELACION:	20
1.3 MATRIZ VARIANZA – COVARIANZA	21
1.4 FRONTERA EFICIENTE	22
1.5 LINEA DE MERCADO DE CAPITALES	26
2 VAR AJUSTADO POR LIQUIDEZ	29
2.1 RIESGO DE MERCADO (VAR)	29
2.1.1 <i>Método paramétrico</i>	30
2.1.2 <i>Métodos no paramétricos o de simulación histórica</i>	32
2.2 RIESGO DE LIQUIDEZ	38
2.3 VAR vs VARL	39
2.3 SPREAD RELATIVO.....	41
2.4 VARL UNIVARIADO	47
2.5 VAR MULTIVARIADO	50
3 COMPROBACIÓN DEL VAR DE MERCADO AJUSTADO POR MEDIO DE BACKTESTING	57
CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFIA	63
ANEXOS	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Rentabilidad de las principales acciones del mercado colombiano.	12
Figura 2 Grafico de dominancia	18
Figura 3 Frontera Eficiente	25
Figura 4 Frontera eficiente vs portafolios	26
Figura 5 Línea de mercado de capitales (LMC)	28
Figura 6 Intervalos de confianza	30
Figura 7 Histograma de frecuencias de los rendimientos diarios del portafolio	36
Figura 8, Percentiles de las rentabilidades diarias	37
Figura 9 Diagrama Comparativo del VaR vs el VaR ajustado por liquidez	40
Figura 10 Bid-Ask Spreads BIOMAX	42
Figura 11 Bid Ask spreads ECOPETROL	42
Figura 12 Acciones mas negociadas en el año (2011-2012)	43
Figura 13 Bid Ask Spreads FABRICATO	44
Figura 14 Bid Ask Spreads CORFICOL	45
Figura 15 Grafico de backtesting del VaR ajustado por liquidez	59
Figura 16 Límites para el riesgo máximo y mínimo	67
Figura 17 Límites para el cálculo de las carteras	67
Figura 18 Percentil del portafolio	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Características de las acciones dominantes	19
Tabla 2 Matriz de correlaciones	21
Tabla 3 Matriz varianza – covarianza.	22
Tabla 4 Relación riesgo- Rentabilidad	22
Tabla 5 Máximo y mínimo riesgo obtenidos.....	23
Tabla 6 Portafolios	24
Tabla 7 Características del portafolio.....	28
Tabla 8 Variaciones del portafolio	34
Tabla 9 VaR del portafolio	35
Tabla 10 Características y VaR de las acciones que conforman el portafolio	47
Tabla 11 Costo de liquidez	49
Tabla 12 VaR ajustado por liquidez univariado.....	50
Tabla 13 Matriz de correlaciones de los spreads.....	51
Tabla 14 matriz de covarianza de los spreads.....	51
Tabla 15 desviación del portafolio de los spreads	51
Tabla 16 Características del portafolio de los spreads	52
Tabla 17 costo de liquidez del portafolio.....	52
Tabla 18 VaR ajustado	53
Tabla 19 VaR- VaRL (2010-2012)	54
Tabla 20 VaR-VaRL (2011-2012)	55
Tabla 21 VaR y VaRL del portafolio (2011-2012 y 2010-2012).....	56
Tabla 23 Las tres zonas del comité de Basilea.....	58
Tabla 24 Composición del COLCAP.....	68

INTRODUCCION

El 3 de julio de 2001, se constituyó la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) gracias a la fusión de las bolsas de Bogotá, Medellín y Occidente creando un mercado con mayor liquidez, rentabilidad y mayor posibilidad de diversificación para la estructuración de portafolios. La BVC está inscrita en el mercado de valores y es una entidad de carácter privado público. Desde sus inicios, ha venido contribuyendo al crecimiento y desarrollo de la economía colombiana, facilitando el financiamiento de las empresas de los distintos sectores, que requieren recursos de manera continua para desarrollar su crecimiento, aumentar su producción y competitividad.

La BVC acerca a las empresas con los inversionistas de una forma transparente y equitativa, vigilando los distintos procesos de emisión y brindando la información necesaria y pertinente para que los negociantes tengan una idea clara al momento de invertir su capital, así mismo la BVC ayuda al crecimiento del mercado de valores de Colombia, estructurando nuevos productos y ampliando la cobertura de inversión, actualmente cuenta con distintos activos como bonos, TES¹, divisas, derivados, índices y acciones.

Aunque el mercado de valores de Colombia posee varios activos financieros, se caracteriza por ser un mercado emergente y poco profundo, donde la volatilidad y baja liquidez en algunos activos financieros como los derivados y las acciones comparadas con otros mercados más desarrollados causan que algunos riesgos

¹ Los TES son títulos de deuda pública doméstica, emitidos por el gobierno y administrados por el Banco de la República.

se vean incrementados significativamente. El mercado accionario colombiano, cuenta con 82 emisores de acciones de las cuales 38 de ellas tienen una liquidez apropiada para su negociación, igualmente existen 3 índices que miden el desempeño del mercado accionario, cada uno contiene un número determinado de acciones según el criterio de selección de cada indicador:

IGBC: Es el resultado de ponderar las acciones más líquidas y de mayor capitalización que se negocian en la Bolsa, es decir aquellas que tienen una mayor rotación y frecuencia. Este índice opera desde la fusión de las tres bolsas bursátiles que existían en 2001: Bogotá, Medellín y Occidente. Trimestralmente se recalcula la composición del IGBC y se obtiene una nueva canasta de acciones.

COLCAP: Es un indicador que refleja las variaciones de los precios de las 20 acciones más líquidas de la BVC, donde el valor de la Capitalización Bursátil Ajustada de cada compañía determina su nivel de ponderación.

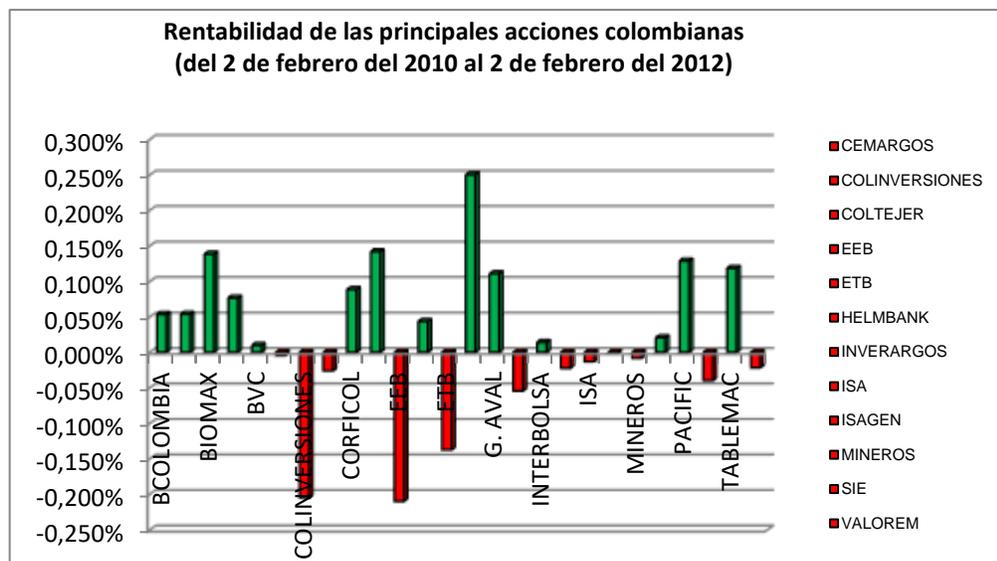
COL20: Refleja las variaciones de los precios de las 20 acciones más líquidas que se transan, la ponderación de cada compañía dentro del índice está determinada por su nivel de liquidez.

El COLCAP es el índice preferido para grandes inversionistas como los fondos de pensión, los cuales buscan una inversión a largo plazo y a su vez manejan grandes cantidades de dinero para su operación, necesitando así empresas con mayor capitalización, el COL20 es más usado por inversionistas de corto plazo, quienes manejan montos pequeños de dinero y quieren ganancias intradía. A

pesar que estos últimos dos índices se caracterizan por seleccionar las acciones por su fácil negociación, no significa que sean lo suficientemente líquidas para proteger al inversionista del riesgo. En Colombia el mercado accionario llega a ser tan solo el 5% del monto total negociado, confirmando su poca profundidad, aunque en el último año se ha visto un aumento significativo.

El reducido número de acciones con características adecuadas para la conformación de un portafolio, ocasiona que la diversificación sea mucho menor y la volatilidad se vea incrementada exponiendo al inversionista a un mayor riesgo de mercado (VaR). Como se puede observar en la figura 1, la rentabilidad de una gran parte de las acciones valoradas desde el 2 de Febrero del 2010 al 2 de febrero del 2012 es negativa,

Figura 1 Rentabilidad de las principales acciones del mercado colombiano.



Fuente: Bolsa de Valores de Colombia

Por tal motivo, la elección de un portafolio diversificado en el mercado colombiano, es mucho más complejo. Para este trabajo de investigación da una mayor visualización del gran riesgo de mercado al cual se está expuesto.

La estructuración del portafolio, será realizada por la teoría de Markowitz, quien se basa en las hipótesis que si la correlación entre la rentabilidad de los activos es perfecta y negativa, la diversificación puede hacer desaparecer completamente el riesgo de la cartera y la rentabilidad de esta viene dada por el punto de equilibrio. Esta teoría, ayudara a obtener el portafolio óptimo para el estudio de los riesgos de liquidez y de mercado con la mejor relación riesgo-rentabilidad.

El VaR mide el riesgo que podría ocasionar el movimiento de los precios de los activos del mercado, desafortunadamente no tiene en cuenta factores como la liquidez, en ocasiones cuando se requiere liquidar una posición a un precio determinado, los participantes del mercado no están dispuestos a pagar ese valor, lo cual crea brechas que son llamadas spreads. Estos spreads dependen de las características del mercado y del activo. Si los spreads son muy grandes, significa que carece de liquidez, lo cual aumenta la probabilidad de pérdida al ingresar a un activo con esas características.

Para solucionar o contrarrestar el efecto del riesgo de liquidez, se plantea una metodología la cual tenga un factor de ajuste que aumente válidamente la medición del riesgo como consecuencia de los spreads de cada una de las acciones que conforman el portafolio.

El ajuste de riesgo de mercado por liquidez fue planteado inicialmente por integrantes de Wyman&Company en un documento llamado “Modeling Liquidity Risk, With Implications for Traditional Market Risk Measurement and Management” y trabajado por Anil Bangia, TilS chuermann y John D. Stroughai en 1998.

Según Bangia Anil desarrollaron una metodología simple que puede ser fácil y perfectamente integrada en el estándar de valor de modelos de riesgo, y que demostraba que al ignorar el efecto de liquidez puede producir una subestimación del VaR de mercado en los mercados emergentes hasta en un 25-30%. Es posible que esta cifra se vea incrementada considerablemente por consecuencia de las crisis financieras presentadas en los últimos años, lo que haría que los resultados sean más notables y el ajuste del VaR por liquidez sea mucho mas valido y adecuado para la evaluación de riesgos al momento de la valoración.

1 ESTRUCTURACION DEL PORTAFOLIO SEGÚN LA TEORIA DE MARKOWITZ.

Harry M. Markowitz economista de la Universidad de Chicago, al tiempo de presentar su tesis se inclino por la aplicación de métodos matemáticos al mercado accionario. Markowitz interpreto que el valor de la acción debía ser el valor presente de los dividendos futuros, aun así, si esto fuera verdad, el inversionista estaría interesado únicamente en maximizar el valor esperado del portafolio, lo que se lograría comprando un solo activo.

Pero esto no es del todo cierto, los inversionistas diversifican porque además de la rentabilidad se preocupan por el riesgo. Markowitz asumió que los inversionistas tienden a escoger la mejor combinación entre el riesgo y la rentabilidad del conjunto de las combinaciones óptimas. Estas ideas fueron publicadas en su famoso artículo "Portafolio Selection" publicado 1952 en el Journal of finance y actualmente es considerado como el origen de la teoría de selección de carteras.

Para estructurar el portafolio se parte del comportamiento histórico del mercado accionario, de los cierres diarios de cada una de estos activos y sus respectivas rentabilidades durante el periodo comprendido del 2 de febrero del 2010 al 2 de febrero del 2012, las acciones elegidas se caracterizan por su liquidez y negociación constante en el mercado de valores teniendo en cuenta que posean información histórica suficiente (2 años) para su estudio. Las acciones que cumplieron con estas condiciones y que fueron elegidas para el análisis y estructuración de la cartera son:

BCOLOMBIA	BCOLOMBIAPF	BIOMAX
BOGOTA	BVC	CEMARGOS
COLINVERSIONES	COLTEJER	CORFICOL
ECOPETROL	EEB	ENKA
ETB	FABRICATO	G. AVAL
HELMBANK	INTERBOLSA	INVERARGOS
ISA	ISAGEN	MINEROS
NUTRESA	PACIFIC	SIE
TABLEMAC	VALOREM	

1.1 GRAFICO DE DOMINANCIA:

El grafico de dominancia permite visualizar cuales son los activos con las mejores combinaciones de rendimiento y riesgo, dando a conocer las acciones que pueden presentar un rendimiento igual pero con diferentes desviaciones o viceversa.

Para obtener el grafico de dominancia las cotizaciones de cada activo son ordenadas en una matriz, ya que el modelo de Markowitz es un método estadístico que a su vez utiliza series de tiempo que se basan en la elaboración del modelo de regresión de una sola ecuación. Una serie de tiempo de precios de cierre relacionaría esta variable con sus valores pasados y con variables que describen la naturaleza aleatoria de su comportamiento pasado. Según la matriz inicial de precios de cierre, se construye una nueva matriz de variaciones o rentabilidades utilizando rendimientos logarítmicos los cuales están dados por:

$$R_i = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (1)$$

Donde:

R_i = Rentabilidad

P_1 = Precio final

P_{T-1} = Precio inicial

El cociente de estas variaciones da como resultado la rentabilidad promedio que puede ofrecer cada acción a diario, igualmente la desviación de los datos significa la medición de cuan tan alejados están cada uno del otro y en este caso ayuda a calcular el riesgo diario que presenta cada activo.

Para hallar la desviación (σ) es importante calcular la varianza (σ^2) determinando el promedio de los datos (M) para luego deducírselo a cada una de las variaciones elevándolas al cuadrado con el fin tomar sus rentabilidades absolutas para evitar que los números negativos reduzcan las varianzas.

$$M = \frac{\sum_1^n R_i}{n} \quad (2)$$

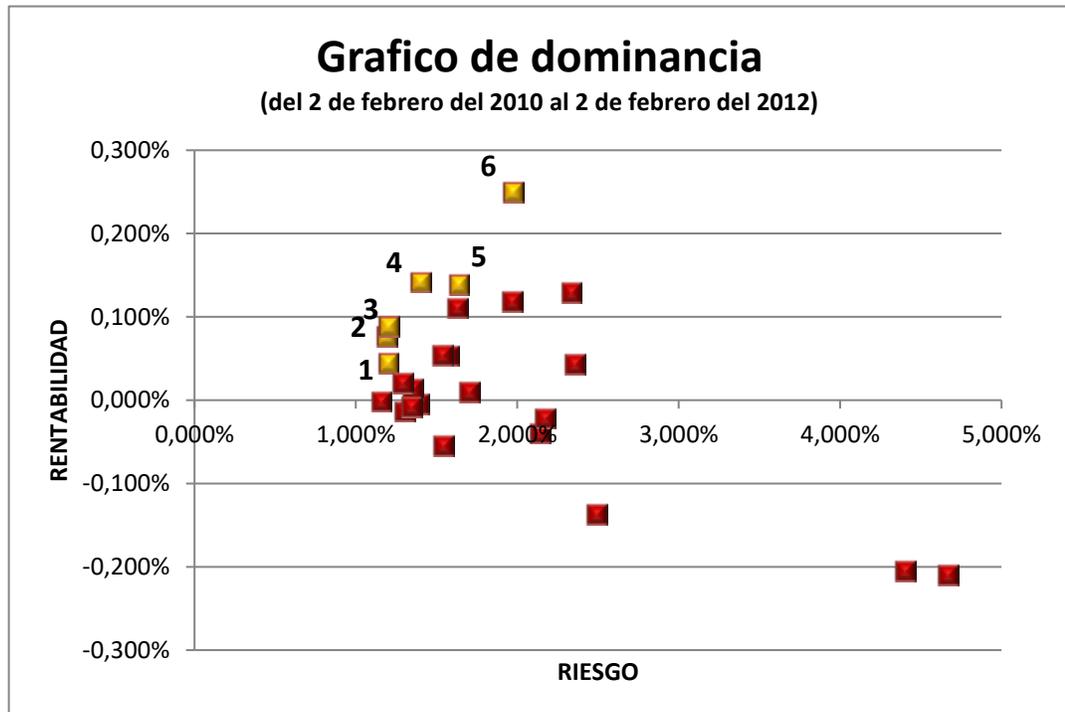
$$\sigma^2 = \frac{\sum_1^n (R_i - M)^2}{n} \quad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (4)$$

Como se puede observar, la desviación es finalmente la raíz cuadrada de la varianza (Ecuación 4), En Excel se utiliza la función "Desvest" para su cálculo. Al

obtener el riesgo y rentabilidad de cada activo, podemos identificar las acciones que mejor comportamiento histórico han tenido en los últimos años respecto a un mínimo riesgo y un mayor retorno por medio del grafico de dominancia (Figura 2).

Figura 2 Grafico de dominancia



Fuente: Datos tomados de la BVC

Las acciones que predominan según el grafico de dominancia son:

1. Nutresa
2. Bogotá
3. Corficol

4. Ecopetrol
5. Biomax
6. Fabricato

Como muestra la tabla 1, Nutresa (1) tiene un mayor riesgo y una menor rentabilidad que Bogotá (2), igualmente Biomax (5) posee el mismo comportamiento comparada con Ecopetrol(4) , se puede analizar que las acciones que en verdad predominan sobre las demás son 4; Bogotá, Corficol, Ecopetrol y Fabricato, para este trabajo se utilizaran las 6 acciones con el fin de demostrar la poca influencia de estos dos activos ya que la teoría de Markowitz busca optimizar la rentabilidad con el mínimo riesgo y crear una serie de portafolios con la mejor combinación y relación riesgo- retorno.

Tabla 1 Características de las acciones dominantes

ACCIONES	BIOMAX	BOGOTA	CORFICOL	ECOPETROL	FABRICATO	NUTRESA
PROMEDIO	0,139%	0,077%	0,089%	0,142%	0,250%	0,021%
RIESGO	1,637%	1,189%	1,201%	1,399%	1,975%	1,287%
Renta anual	41,781%	21,290%	25,018%	42,946%	87,808%	5,337%
Riesgo anual	25,991%	18,874%	19,064%	22,215%	31,345%	20,435%
Riesgo total	0,027%	0,014%	0,014%	0,020%	0,039%	0,017%

Fuente: Cálculos propios.

La acción de mejor rendimiento es Fabricato, con un promedio de 0,2519% diario en los últimos años a lo que es equivalente a un 87,80% de rentabilidad anual (año bursátil de 252 días), seguido de Ecopetrol y Biomax con un 42,94% y 41,78% respectivamente. El cuadro, también muestra que Fabricato es la acción con más alta volatilidad seguida de Biomax y Ecopetrol con una variación diaria de 1,97%, 1,63% y 1,39% respectivamente.

Una crítica al momento de estructurar un portafolio es que el Modelo de Markowitz tiene en cuenta el beneficio que ha tenido las acciones en una serie de tiempo, pero no mide el potencial de valorización que pueden poseer, siendo un limitante de rentabilidad futura de la cartera.

1.2 MATRIZ DE CORRELACION:

La correlación trata de establecer la relación o dependencia que existe entre dos activos, es decir, determinan cambios y si estos cambios en un activo influyen en la otro, si esto es cierto se puede decir que los activos están correlacionados

Entre los tipos de correlaciones, se encuentra la correlación directa, la cual se da cuando al aumentar el valor de un activo el otro también aumenta, en este caso están correlacionados positivamente y el factor de correlación tiende a 1, si por el contrario al aumentar el valor de un activo el otro disminuye, se presenta una correlación inversa o están correlacionados negativamente y tienden a -1, en el caso que la correlación tienda a cero significa que hay una correlación nula y no hay dependencia entre ambos.

Para iniciar a crear las estrategias de diversificación, es necesario obtener el coeficiente de correlación por medio de la función COEF.DE.CORREL, la correlación es un índice simétrico, es decir, la correlación entre los rendimientos del activo A, con los rendimientos del activo B, es igual al nivel de correlación entre los rendimientos del activo B con los rendimientos del activo A.

Tabla 2 Matriz de correlaciones

	BIOMAX	BOGOTA	CORFICOL	ECOPETROL	FABRICATO	NUTRESA
BIOMAX	1	0,2481	0,2149	0,1595	0,0462	0,2715
BOGOTA	0,2481	1	0,2963	0,2523	0,0958	0,2630
CORFICOL	0,2149	0,2963	1	0,3159	0,0753	0,3552
ECOPETROL	0,1595	0,2523	0,3159	1	0,0908	0,3667
FABRICATO	0,0462	0,0958	0,0753	0,0908	1	0,1921
NUTRESA	0,2715	0,2630	0,3552	0,3667	0,1921	1

Fuente: Cálculos propios

La correlación también es una función del nivel de covarianzas y de la volatilidad individual entre un par de activos financieros (Ecuación 5).

$$correlacion = \left(\frac{cov(a,b)}{\sigma(Ri_a) * \sigma(Ri_b)} \right) \quad (5)$$

1.3 MATRIZ VARIANZA – COVARIANZA

La covarianza trata de la dispersión simultánea entre dos activos financieros, los valores ideales para disminuir el riesgo de la cartera de la covarianza entre dos activos van en la dirección del coeficiente de correlación. (Tabla 3).

Esta matriz, posee su nombre debido a que la covarianza de un activo en relación a si mismo es la varianza del activo o el riesgo total (ver tabla 1). El objetivo de los inversionistas es obtener valores ideales para invertir en cada una de las acciones, de tal forma que maximicen la rentabilidad a un mínimo riesgo.

Tabla 3 Matriz varianza – covarianza.

	BIOMAX	BOGOTA	CORFICOL	ECOPETROL	FABRICATO	NUTRESA
BIOMAX	0,000268	0,000048	0,000042	0,000037	0,000015	0,000057
BOGOTA	0,000048	0,000141	0,000042	0,000042	0,000022	0,000040
CORFICOL	0,000042	0,000042	0,000144	0,000053	0,000018	0,000055
ECOPETROL	0,000037	0,000042	0,000053	0,000196	0,000025	0,000066
FABRICATO	0,000015	0,000022	0,000018	0,000025	0,000390	0,000049
NUTRESA	0,000057	0,000040	0,000055	0,000066	0,000049	0,000166

Fuente: Cálculos propios.

1.4 FRONTERA EFICIENTE

La frontera eficiente es el conjunto de carteras que tienen los rendimientos mas elevados para cualquier nivel de riesgo dado. Se puede definir como el subconjunto del conjunto de varianza mínima. En la terminología de Markowitz, es el lugar geométrico del espacio media-varianza definido por los portafolios que para un determinado riesgo le proporcionan al inversionista un rendimiento máximo equivalente, de igual forma para un rendimiento dado el riesgo es mínimo.

Para conformar los diferentes portafolios, se debe tener en cuenta que la suma de los pesos (w) debe ser igual a 1 y el monto invertido en cada activos no puede ser superior al 100% de la inversión ni menor al 0% tal como lo muestra la tabla 4, estas dos características son las restricciones para el cálculo del máximo y minino riesgo de la frontera eficiente

Tabla 4 Relación riesgo- Rentabilidad

ACCIONES	BIOMAX	BOGOTA	CORFICOL	ECOPETROL	FABRICATO	NUTRESA	
promedio	0,139%	0,077%	0,089%	0,142%	0,250%	0,021%	
PESO (W)	22,51%	0,00%	7,29%	31,04%	39,15%	0,00%	100,00%

Fuente: Cálculos propios

Para poder crear una combinación adecuada y optimizar la rentabilidad disminuyendo el riesgo, se calcula la máxima y mínima desviación que puede tener el portafolio (tabla 5) con la finalidad que el inversionista elija el riesgo que desea correr. Para esto, se deben tener en cuenta las restricciones anteriormente nombradas (Anexo 1).

Tabla 5 Máximo y mínimo riesgo obtenidos

RIESGO	
max	1,9745%
min	0,8170%
FACTOR	0,040%

Fuente: Cálculos propios.

La diferencia entre el máximo y mínimo riesgo se divide en el número de portafolios que se quieren estructurar para poder determinar el factor de descuento y saber el riesgo de cada una de las carteras a valorar; entre más portafolios es mucho más sencillo para el inversionista poder elegir su nivel de riesgo.

Para visualizar los distintos portafolios, se deben crear iteraciones en Solver, para este caso se estructuraron 30 portafolios (figura 6), estas repeticiones, deben agregar una nueva restricción, en la cual el riesgo obtenido sea igual al riesgo de la cartera que se quiere valorar (ANEXO 2).

Tabla 6 Portafolios

	RIESGO	RENTABILIDAD	BIOMAX	BOGOTA	CORFICOL	ECOPETROL	FABRICATO	NUTRESA
1	1,97%	0,25%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
2	1,93%	0,25%	1%	0%	0%	2%	98%	0%
3	1,89%	0,25%	1%	0%	0%	3%	96%	0%
4	1,85%	0,24%	3%	0%	0%	3%	94%	0%
5	1,81%	0,24%	3%	0%	0%	5%	91%	0%
6	1,77%	0,24%	4%	0%	0%	7%	89%	0%
7	1,74%	0,24%	5%	0%	0%	8%	87%	0%
8	1,70%	0,23%	6%	0%	0%	9%	85%	0%
9	1,66%	0,23%	7%	0%	0%	10%	82%	0%
10	1,62%	0,23%	8%	0%	0%	12%	80%	0%
11	1,58%	0,23%	9%	0%	0%	13%	78%	0%
12	1,54%	0,22%	10%	0%	0%	15%	75%	0%
13	1,50%	0,22%	11%	0%	0%	16%	73%	0%
14	1,46%	0,22%	12%	0%	0%	18%	70%	0%
15	1,42%	0,21%	13%	0%	0%	19%	67%	0%
16	1,38%	0,21%	15%	0%	0%	21%	65%	0%
17	1,34%	0,21%	16%	0%	0%	22%	62%	0%
18	1,30%	0,21%	17%	0%	0%	24%	59%	0%
19	1,26%	0,20%	18%	0%	0%	26%	56%	0%
20	1,22%	0,20%	20%	0%	0%	28%	53%	0%
21	1,18%	0,19%	21%	0%	0%	30%	49%	0%
22	1,14%	0,19%	23%	0%	0%	32%	45%	0%
23	1,10%	0,19%	23%	0%	4%	31%	42%	0%
24	1,06%	0,18%	22,54%	0,00%	7,02%	31,42%	39,02%	0,00%
25	1,02%	0,17%	22%	2%	10%	30%	36%	0%
26	0,98%	0,17%	21%	5%	12%	29%	33%	0%
27	0,94%	0,16%	19%	9%	15%	27%	30%	0%
28	0,90%	0,15%	20%	0%	0%	28%	53%	0%
29	0,86%	0,14%	16%	19%	21%	22%	21%	0%
30	0,82%	0,11%	11%	26%	24%	14%	12%	12%

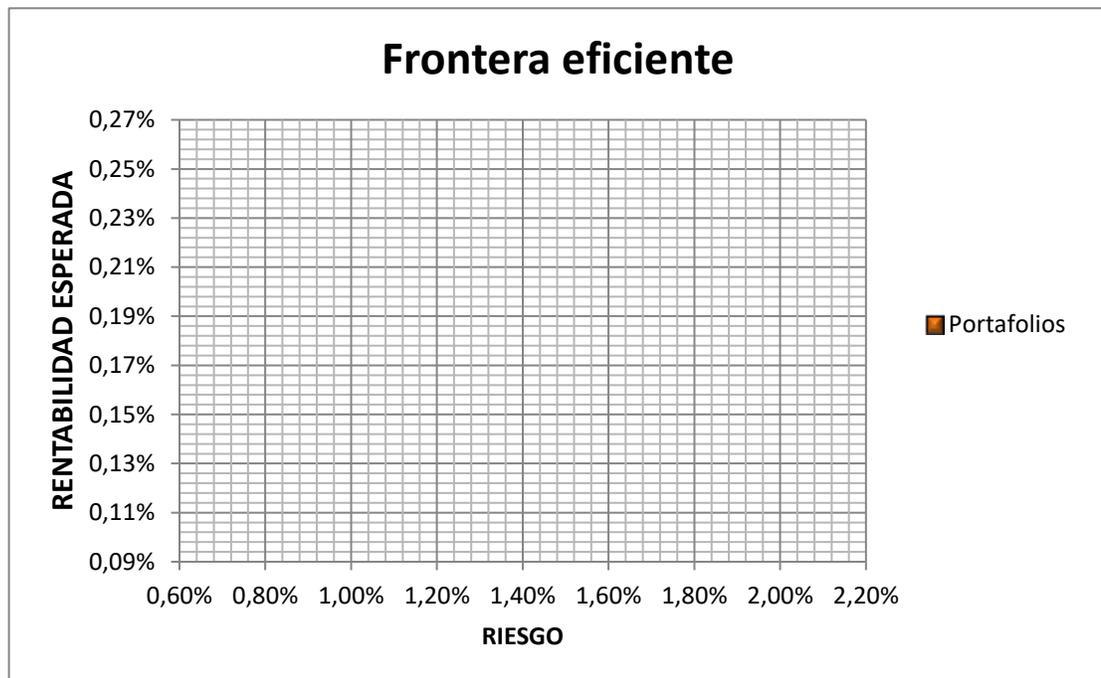
Fuente: Cálculos propios.

Los portafolios obtenidos con sus respectivas rentabilidades y pesos para cada acción se muestran en la tabla 6, en este caso las acciones en las cuales la teoría de Markowitz tuvo una mayor participación de capital fue BIOMAX, ECOPETROL

y FABRICATO. El porcentaje invertido en ECOPETROL y BIOMAX se distribuye en forma similar, como consecuencia del rendimiento que brinda cada una y que se puede observar en el grafico de dominancia, aunque BIOMAX posee un riesgo mas elevado que ECOPETROL.

Con estas carteras se crea la línea de frontera eficiente, la cual también se conoce como el conjunto eficiente y el loci eficiente y en ocasiones también se le llama la frontera eficiente de Markowitz. En la frontera eficiente, se encuentran situadas las mejores rentabilidades para un riesgo determinado tal como lo muestra la tabla 6, clasificadas de forma que a un mayor riesgo corresponda una mayor rentabilidad (Figura 3).

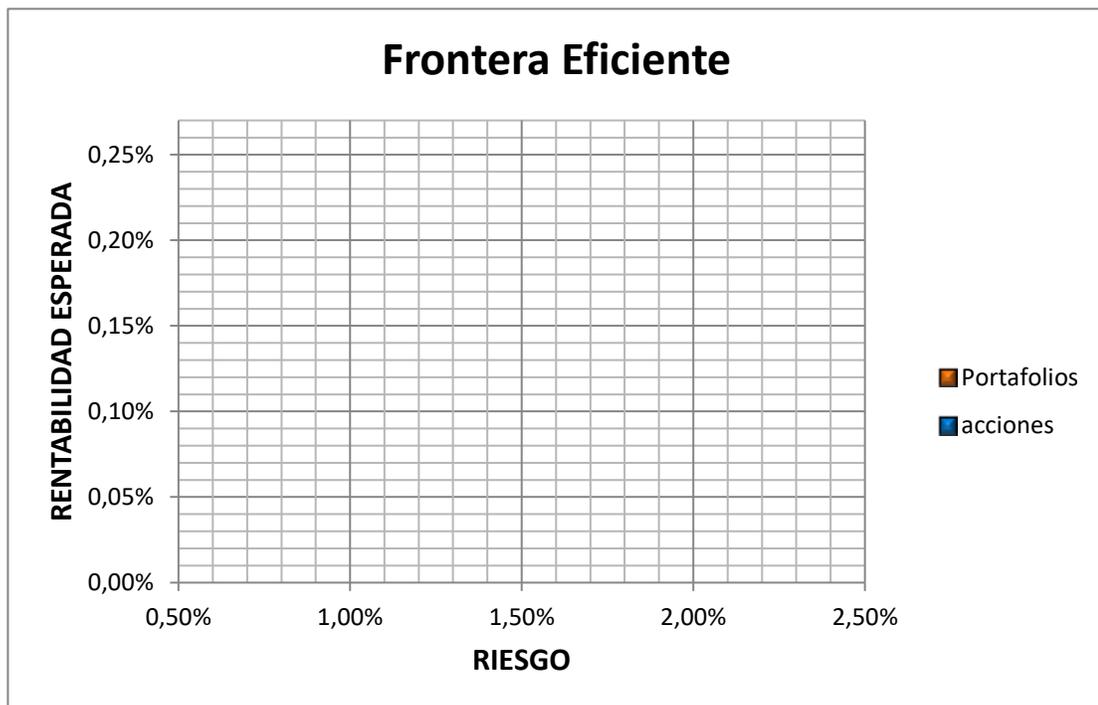
Figura 3 Frontera Eficiente



Fuente: Cálculos propios.

Las carteras creadas son nuevos activos que ofrecen al inversionista una mejor relación entre riesgo y rentabilidad, permitiendo optar por mejores y mas diversos instrumentos de inversión. Según el grado de aversión al riesgo, el inversor se situara en forma razonable en algún punto de la frontera eficiente, cualquier otro portafolio o activos debajo y a la derecha de la curva de eficiencia será ineficiente (Grafico 4).

Figura 4 Frontera eficiente vs portafolios



Fuente: Cálculos propios.

1.5 LINEA DE MERCADO DE CAPITAL

La combinación de carteras eficientes de títulos con riesgo y el activo libre de riesgo genera el conjunto eficiente de todos los títulos que esta representado por

una recta que inicia en un punto R_f y es tangente al grupo de portafolios de títulos con riesgo.

A esta recta se le denomina Línea del Mercado de Capitales (LMC), independiente de las preferencias al riesgo, un inversionista siempre elegirá una cartera sobre esta línea, el punto de tangencia representa la cartera óptima. La Tasa esperada de rendimiento de las carteras a lo largo de la LMC ($E(R_p)$), es decir combinaciones de R_f y de R_m están dadas por:

$$E(R_p) = R_f + \frac{E(R_m) - R_f}{\sigma(R_m)} * \sigma(R_p) \quad (6)$$

Donde:

R_f = Tasa libre de riesgo.

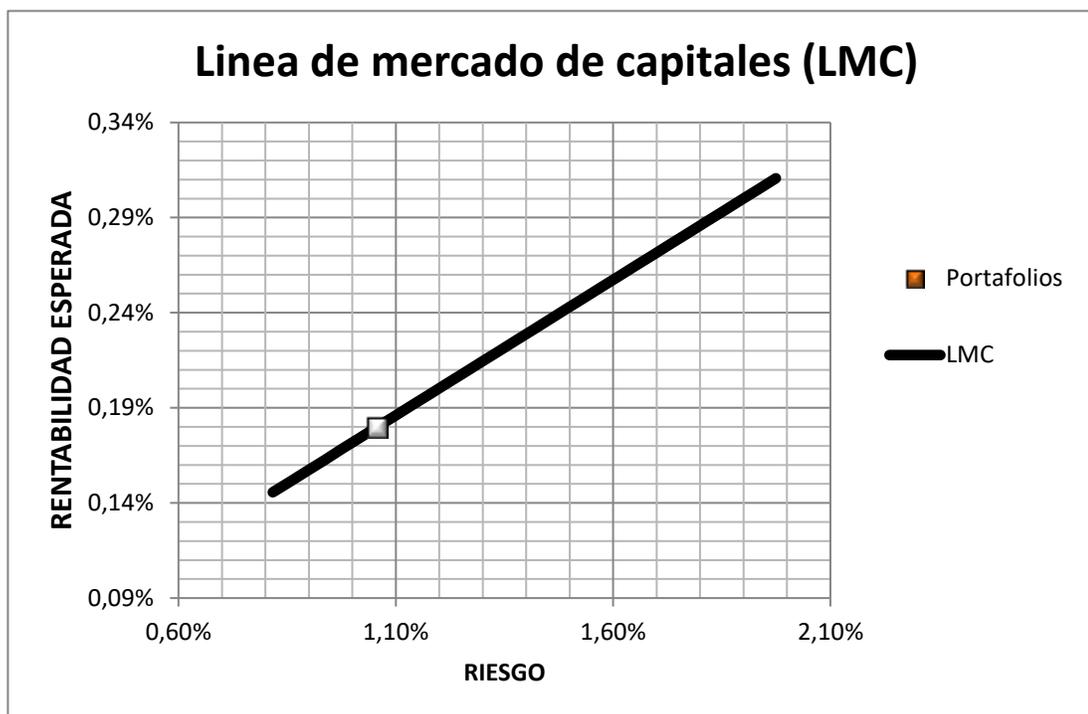
$E(R_m)$ = tasa esperada de rendimiento sobre la cartera.

$\sigma(R_m)$ = Riesgo del rendimiento sobre la cartera del mercado.

$\sigma(R_p)$ = riesgo de las carteras a lo largo de la CML.

La recta tangente de la figura 5 inicia desde el rendimiento diario que ofrece un activo libre de riesgo y luego se sitúa a través del punto tangente en este caso situado en el portafolio 24.

Figura 5 Línea de mercado de capitales (LMC)



Fuente: Cálculos del autor.

El portafolio óptimo, tiene un riesgo del 1,06% y una rentabilidad del 0,18% distribuida en 4 acciones; BIOMAX, CORFICOL, ECOPETROL y FABRICATO con un capital de 22,54%, 7,02%, 31,42% y 39,02% respectivamente. Este será el activo base para valorar los riesgos.

Tabla 7 Características del portafolio

	RIESGO	RENTABILIDAD	BIOMAX	BOGOTA	CORFICOL	ECOPETROL	FABRICATO	NUTRESA	LMC
24	1,06%	0,18%	22,54%	0,00%	7,02%	31,42%	39,02%	0,00%	0,18%

Fuente: Cálculos del autor.

2 VAR AJUSTADO POR LIQUIDEZ

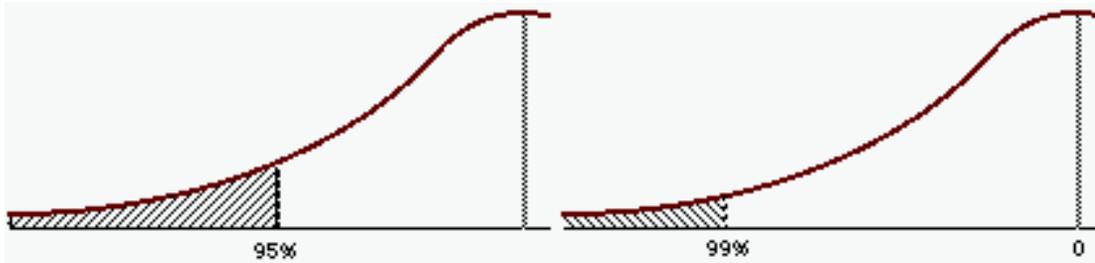
2.1 RIESGO DE MERCADO (VaR)

En la administración de riesgos cuando, se quiere medir o valorar la desviación, es necesario contar con técnicas que permitan calcular la pérdida esperada en la posición que se tenga. El VaR es una técnica muy usada desde los años noventa y propuesta por JP Morgan como marca registrada. El valor en riesgo es en la actualidad una de las medidas más empleadas por los participantes de los mercados financieros del mundo.

Según Alfonso de Lara Haro, en su libro medición y control de riesgos financieros, el VaR es una medida estadística de riesgo de mercado que estima la pérdida máxima que podría registrar un portafolio en un intervalo de tiempo y con cierto nivel de probabilidad o confianza.

La noción de riesgo implica conocer los diversos rendimientos potenciales que se puedan conseguir al realizar una inversión y conocer la probabilidad de alcanzar estos resultados; esto permite estimar los rendimientos esperados y las posibles desviaciones por encima y por debajo del valor medio a lo que se llama riesgo. El VaR ayuda a definir la máxima pérdida esperada debida a un movimiento adverso dentro de un determinado intervalo de confianza a lo largo de un horizonte de tiempo. Un ejemplo un VaR diario del 99% es la cantidad de capital máximo que el portafolio perderá en 1 de cada 100 días, teniendo en cuenta la composición de la cartera y el comportamiento del mercado.

Figura 6 Intervalos de confianza



Fuente: Juan Mascareñas Introducción al VaR

La ilustración 3 muestra el aspecto de la cola izquierda de la distribución de probabilidad de los resultados que un portafolio puede obtener en el futuro para intervalos de confianza del 95% y del 99%. Para el VaR es importante elegir correctamente los dos parámetros que conforman el riesgo: El horizonte de tiempo y el nivel de confianza.

En la medida que aumenta el nivel de confianza en el cálculo del VaR, aumenta la pérdida esperada, es decir la relación es directa, de igual forma con el horizonte de tiempo, por esto se recomienda trabajar con un 95%, 99% de confianza y 1 día o 10 días. Existen dos clases de metodologías para el cálculo del VaR, los métodos paramétrico y los no paramétricos.

2.1.1 Método paramétrico tiene como supuesto que los rendimientos del activo se distribuyen de acuerdo con una curva de probabilidad normal, lo que implica que se sepa el rendimiento medio esperado y la desviación que puede presentar la distribución. Desafortunadamente en la práctica se observa que la mayoría de los datos de los activos no siguen un comportamiento estrictamente normal, sino que son aproximaciones a estos, por lo tanto su medida es tan solo

una aproximación. La metodología es similar a la de simulación histórica, aunque se utiliza la curva de campana de la distribución normal en lugar de los datos históricos, esto permite saber el lugar donde se encuentran los peores 5% y 1%.

Para un nivel de confianza del 95% y del 99% el número de desviaciones típicas son del -1,65 y -2,33 respectivamente. En base a los cálculos de la tabla 3, en la cual se muestra la covarianza de las acciones, se calculo la el riesgo del portafolio, dando como resultado una desviación del 1,06% (tabla 7). El VaR del portafolio por el método paramétrico esta dado por:

$$\text{VaR} = \text{VA} * Z * \sigma * \sqrt{t} \quad (7)$$

Donde:

Z=Factor de nivel de confianza

VA= total del capital

Σ =riesgo de los rendimientos

T=tiempo que se desea calcular el VaR

Para el portafolio elegido el VaR paramétrico para un capital de \$100.000.000 de pesos es:

$$\text{VaR} = 100.000.000 * -2,326 * 1,0566\% * \sqrt{1} = 2.457.631$$

Esto significa que existe la posibilidad de que un día de cada 100 pueda incurrir en una pérdida del 2.45% del capital o en un año dicha pérdida pueda ocurrir en 2,45 días. Es importante calcular el VaR de cada acción con el fin de tener en cuenta cual es el riesgo que representan y a su vez poder visualizar la influencia de los activos sobre la cartera; utilizando nuevamente la ecuación anterior el VaR individual según el porcentaje invertido en cada una de estas es:

$$VaR_{Biomax} = \$22.535.521,02 * -2,33 * 1,64\% = \$859.709,62 \approx -3,815\%$$

$$VaR_{Corficol} = \$7.022.040,33 * -2,33 * 1,20\% = \$196.883,50 \approx -2,798\%$$

$$VaR_{Ecopetrol} = \$31.421.015 * -2,33 * 1,40\% = \$1.024.514,26 \approx -3,261\%$$

$$VaR_{Fabricato} = \$39.021.423 * -2,33 * 1,97\% = \$1.795.213,75 \approx -4,601\%$$

2.1.2 Métodos no paramétricos o de simulación histórica consisten en utilizar series históricas de precios de la posición de riesgo, para construir una serie De tiempo de rendimientos suponiendo que se ha conservado el portafolio durante el periodo de tiempo de la serie histórica; para este caso existen tres tipos de simulación histórica, crecimientos absolutos, crecimientos logarítmicos y crecimientos relativos. Para el cálculo del portafolio, se utilizaron crecimientos absolutos (ecuación 1).

El modelo de simulación histórica tiene muchas ventajas, entre ellas su fácil entendimiento, es mas realista puesto que se basa en series de tiempo de datos

reales no se apoya en supuesto de correlaciones y es aplicable a instrumentos no lineales. El método histórico, reorganiza los rendimientos actuales ordenándolos de menor a mayor y de izquierda a derecha, suponiendo que la historia se repetirá desde la perspectiva del riesgo

Para calcular el Var histórico, se calculan los rendimientos del portafolio mediante la sumatoria de los pesos (w) multiplicados por sus rentabilidades en la fecha respectiva (ecuación 8).

$$R_{pi} = \sum w_i * r_i \quad (8)$$

Con los escenarios de rendimientos se calculan los escenarios de posición VF los cuales representan la variación futura de la fecha valorada respecto al monto actual VA:

$$VF = VA * (1 + R_{pi}) \quad (9)$$

Una vez obtenidos los escenarios de posición se hallan los escenarios de pérdidas o ganancias (P/G) que representan las variaciones reales sobre el capital:

$$\frac{P}{G} = VF - VA \quad (10)$$

Se trabajara con un nominal de cien millones de pesos (\$100.000.000) que serán expresados en miles con el fin de facilitar la visualización de los procedimientos (tabla 8).

Tabla 8 Variaciones del portafolio

	BIOMAX	CORFICOL	ECOPETROL	FABRICATO	Rp	VFp	VF - VA
02/02/2010							
03/02/2010	1,1%	7,1%	0,4%	-1,4%	0,34%	100.335	335
04/02/2010	-0,5%	-2,4%	-1,2%	-3,9%	-2,18%	97.819	-2.181
05/02/2010	0,1%	-0,8%	-0,4%	-3,3%	-1,45%	98.554	-1.446
08/02/2010	0,5%	0,9%	-0,4%	2,7%	1,08%	101.083	1.083
09/02/2010	0,5%	1,2%	2,1%	0,0%	0,85%	100.850	850
10/02/2010	0,1%	0,4%	0,4%	0,0%	0,18%	100.184	184
11/02/2010	0,6%	0,6%	0,4%	2,2%	1,17%	101.171	1.171
12/02/2010	-0,6%	1,7%	0,2%	0,4%	0,19%	100.190	190
15/02/2010	-0,6%	0,8%	0,2%	-0,7%	-0,30%	99.702	-298
16/02/2010	0,6%	1,2%	-0,6%	-0,7%	-0,25%	99.747	-253
17/02/2010	0,2%	2,1%	0,6%	1,5%	0,97%	100.966	966
18/02/2010	0,0%	0,2%	-0,6%	-0,7%	-0,46%	99.545	-455
19/02/2010	0,0%	1,4%	1,0%	3,6%	1,83%	101.834	1.834
.....
18/01/2012	3,4%	-0,3%	2,3%	-0,6%	1,25%	101.252	1.252
19/01/2012	0,0%	-0,3%	-1,2%	1,7%	0,27%	100.273	273
20/01/2012	-0,7%	-0,1%	0,4%	1,1%	0,43%	100.425	425
23/01/2012	-0,3%	0,1%	0,5%	0,0%	0,10%	100.102	102
24/01/2012	0,3%	0,4%	-0,5%	0,0%	-0,07%	99.932	-68
25/01/2012	-0,3%	-0,3%	-0,2%	0,0%	-0,17%	99.833	-167
26/01/2012	0,0%	0,2%	-0,4%	-0,6%	-0,34%	99.662	-338
27/01/2012	0,0%	-0,7%	-0,4%	0,6%	0,03%	100.031	31
30/01/2012	0,0%	-0,1%	1,1%	0,0%	0,34%	100.343	343
31/01/2012	-1,3%	0,8%	0,7%	0,0%	-0,04%	99.962	-38
01/02/2012	1,3%	-0,2%	0,5%	0,0%	0,46%	100.456	456
02/02/2012	0,0%	-0,1%	1,6%	0,0%	0,50%	100.501	501

Fuente: Cálculos del autor.

Como se puede observar al momento de estructurar el portafolio, el mercado colombiano ha pasado por un tiempo de gran volatilidad, y ya que el VaR histórico tiene en cuenta esos movimientos, se tomara un nivel de confianza del 99% puesto que como ya se ha dicho, el aumento del nivel de confianza es proporcional a la ganancia y pérdida máxima de la cartera, así se podrá obtener un movimiento positivo o negativo mas acorde a las condiciones del mercado preparándose para una mayor pérdida.

Para calcular el VaR en Excel se utiliza la función PERCENTIL y se agrega la matriz o el rango de datos de la posición que en este caso son los escenarios de pérdidas y ganancias, de igual forma se pide K que representa el percentil entre 0 y 1 o el resultado de 1 – 99% que da como resultado el 1% (ANEXO 3). El percentil es una medida de posición útil para describir una población, es un valor que supera un determinado porcentaje de los miembros de esta.

Tabla 9 VaR del portafolio

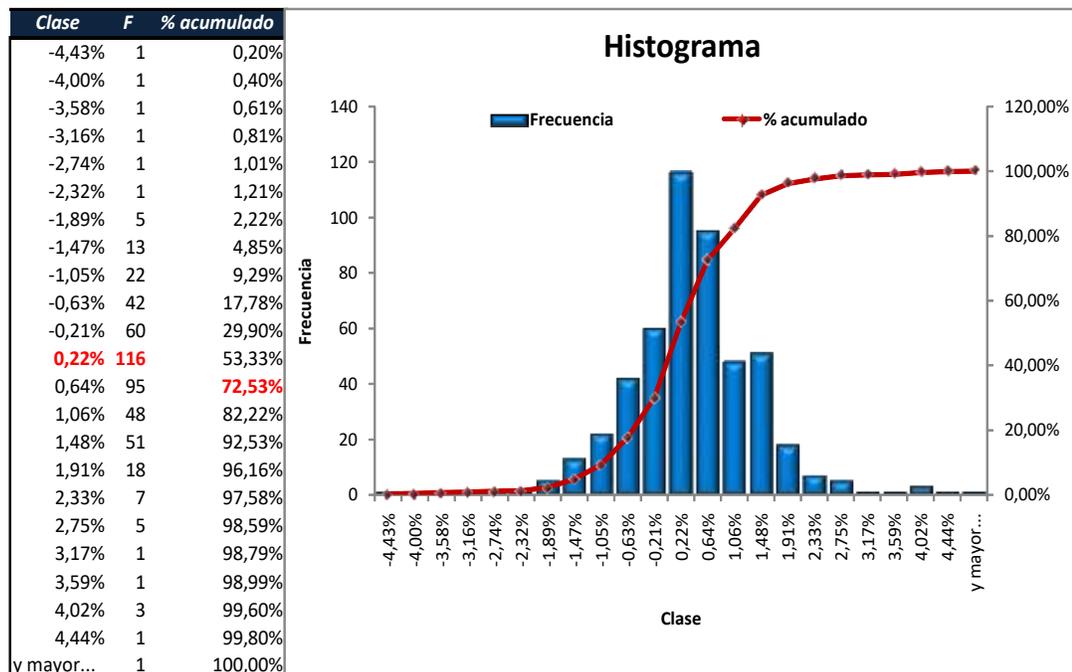
	BIOMAX	CORFICOL	ECOPETROL	FABRICATO	TOTAL
PESOS (W) %	22,536%	7,022%	31,421%	39,021%	100,000%
VA	\$ 22.535.521	\$ 7.022.040	\$ 31.421.015	\$ 39.021.423	\$ 100.000.000
NIVEL CONFIANZA	99%				
VAR DEL PORTAFOLIO = Percentil (P/G,1-99%)	\$ (2.402.719,43)				

Fuente: Cálculos del Autor.

El VaR del portafolio es de \$2.402.719,43, lo que significa que existe la probabilidad que 1 de 100 días la pérdida máxima pueda ser superior a \$2.402.719,43 equivalente al 2,40% del capital o en 495 días 5 de estos presenten

dicha pérdida. También se podría haber disminuido el nivel de confianza a 95% en este caso la pérdida diaria sería de \$1.421.741,49 es decir que el portafolio pueda incurrir en una pérdida igual o superior al 1,42%. El VaR, por tanto da una estimación probabilística. Por medio de la barra de menú de Excel: Herramientas, Análisis de datos, histograma, el cual clasifica los valores posibles del portafolio según unos rangos que Excel determina, contra la frecuencia o distribución con que se acumulan esos datos en un determinado valor del portafolio: Al observar la figura 6 se puede notar que brinda una idea del comportamiento del valor esperado de la cartera, es decir el 72,53% de los datos tienen un valor entre -4,43% y 0,64%, y se concentra en un rango de 0,22% y 0,64% con un total de 116 datos de los 495 días estimados.

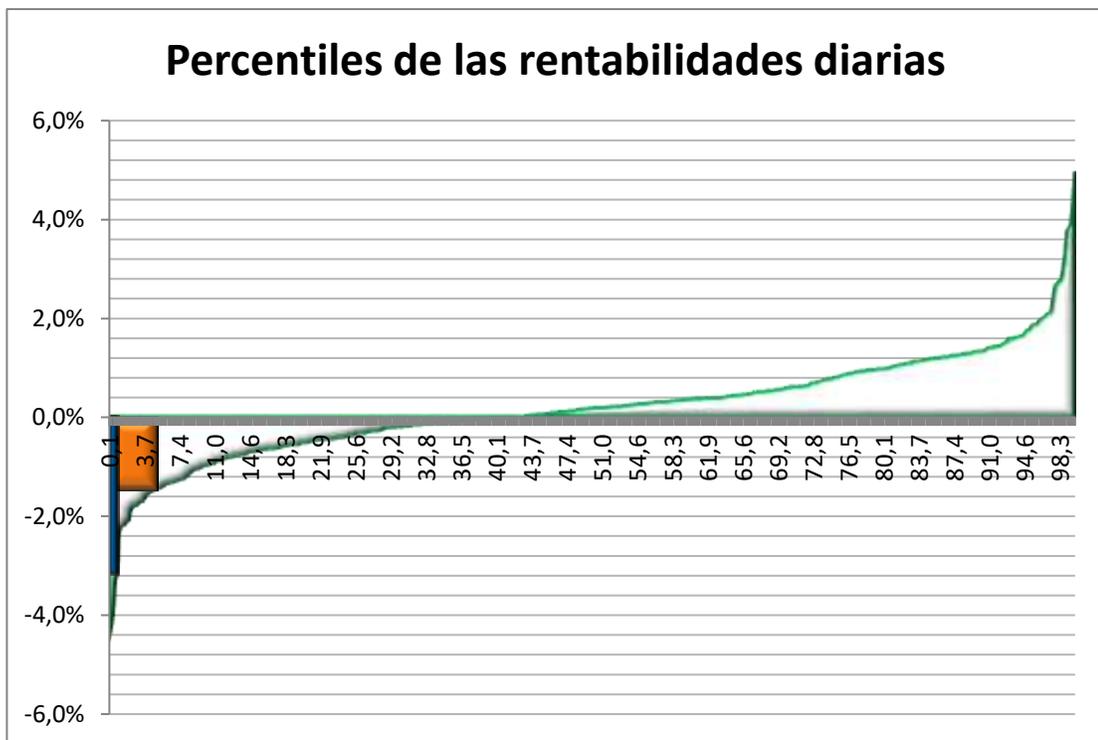
Figura 7 Histograma de frecuencias de los rendimientos diarios del portafolio



Fuente: Cálculos del Autor

La figura 7 muestra los niveles de confianza del 95% que va desde el 0% hasta una pérdida del 1,42% y se muestra en color naranja y del 99% de color azul desde el 0% hasta el VaR calculado del 2,40%, una de las críticas que tiene el VaR es que si la pérdida de un día supera esta cifra, no se puede determinar la profundidad de la caída.

Figura 8, Percentiles de las rentabilidades diarias



Fuente: Cálculos del Autor.

2.2 RIESGO DE LIQUIDEZ

El riesgo de liquidez se puede definir como la eventualidad que una entidad incurra en pérdidas excesivas por la venta de activos a descuentos inusuales y significativos, con el fin de disponer rápidamente de los recursos o en este caso de cerrar una posición.

2.2.1 TIPOS DE RIESGOS DE LIQUIDEZ Bangia et al. (1998)
divide conceptualmente en dos partes la incertidumbre en el valor de mercado de un activo, es decir, su riesgo de mercado en general así:

- La incertidumbre que surge de la rentabilidad de los activos. puede considerarse como un componente de riesgo de mercado puro y a lo que se llamó la determinación de un precio razonable el cual se quiere vender.
- La incertidumbre, debido al riesgo de liquidez: la cual se presenta en el mercado constantemente, pero que es la pieza fundamental cuando se va a determinar el verdadero precio el cual se va a vender. La incertidumbre debido al riesgo de liquidez se divide en liquidez exógena y liquidez endógena

El riesgo de mercado y el riesgo de liquidez suelen llevar una cierta correlación es decir, mercados y circunstancias de alta volatilidad van acompañados de descensos de la liquidez del mercado y aumento de este riesgo. La incertidumbre

del riesgo de liquidez es debido a la liquidez exógena y liquidez endógena que están inmersas en el mercado.

El riesgo de liquidez exógeno es causado por las circunstancias del mercado en un determinado momento, el cual afecta a todos los participantes por igual, este riesgo depende de la magnitud de los spreads.

La liquidez endógena depende fundamentalmente del monto que se quiera negociar y depende únicamente de cada inversor es diferente para cada participante, mientras mayor sea el tamaño de la posición mayor será el riesgo de la liquidez endógeno.

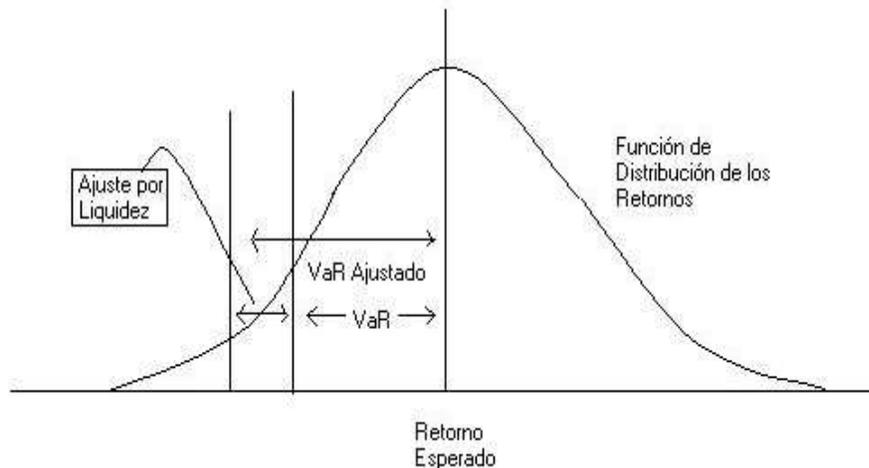
El cálculo tradicional de VaR asume que el spread Bid-ask es constante en el tiempo, haciendo posible efectuar los cálculos con los valores de cierre o los valores medios de compra o venta del activo. Sin embargo, los spreads no son estables en especial para activos que tienen una limitada liquidez, como el mercado accionario de los países emergentes, entre los cuales se encuentra el mercado de valores de Colombia; es por esto que el VaR tradicional se ve subestimado ya que al cerrar una posición, el mercado no este dispuesto a ofrecer el precio deseado por el activo en el tiempo que se requiera.

2.3 VaR vs VaRL

La figura 8, representa el ajuste por liquidez respecto al VaR calculado tradicionalmente en función del comportamiento del activo. Este coeficiente de

ajuste por liquidez² es función directa del spread que se puede encontrar en el mercado al momento de liquidar la posición.

Figura 9 Diagrama Comparativo del VaR vs el VaR ajustado por liquidez



Fuente: Johnson (2000) VALUE AT RISK AJUSTADO POR LIQUIDEZ

El monto de negociación del inversionista es proporcional al riesgo endógeno de liquidez, no es lo mismo vender un activo a cantidades promedios de negociación contra cantidades que superen considerablemente estos montos y que puedan aumentar los spreads entre el Bid y el Ask, desafortunadamente estos spreads necesitan una gran base de datos difícilmente disponible, inclusive para los activos mas líquidos la información de montos transados son difíciles de almacenar debido a la cantidad de inversionistas que operan con estos títulos. Esto no sucede con los precios del activo que son posibles de obtener en el sistema de información de la industria como Boomblerg y Reuters.

² Un índice de "iliquidez" puede ser el factor multiplicativo de la velocidad que se vende un activo al precio esperado en condiciones normales.

2.3 SPREAD RELATIVO

Según Johnson (2000), el estudio de Bangia se basa en el concepto de spread relativo, que es un mecanismo que permite una comparación fácil entre diferentes activos bajo la siguiente expresión:

$$P_t = \left(\frac{ask-Bid}{\frac{ask+bid}{2}} \right) = \left(\frac{ask-bid}{mid} \right) \quad (11)$$

Donde

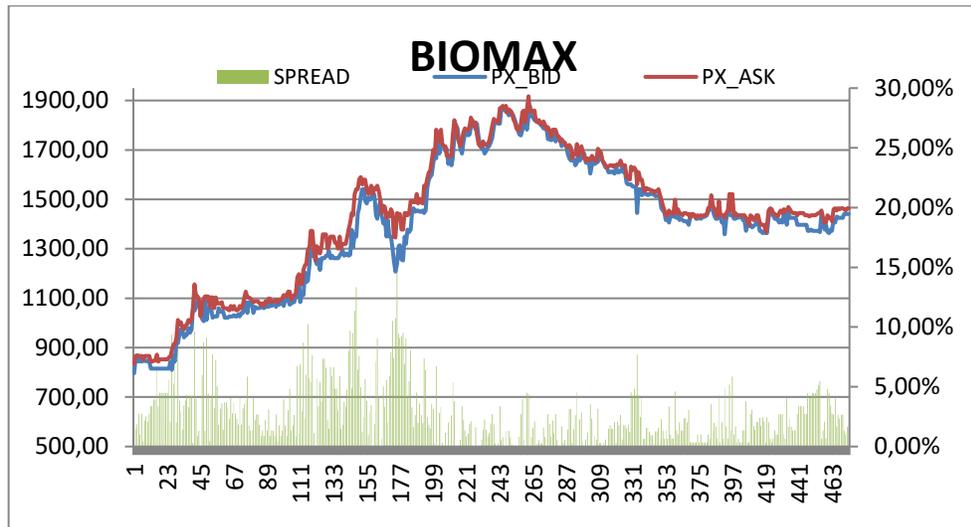
Ask=precio mínimo de venta.

Bid= precio máximo de compra.

Mid= precio promedio

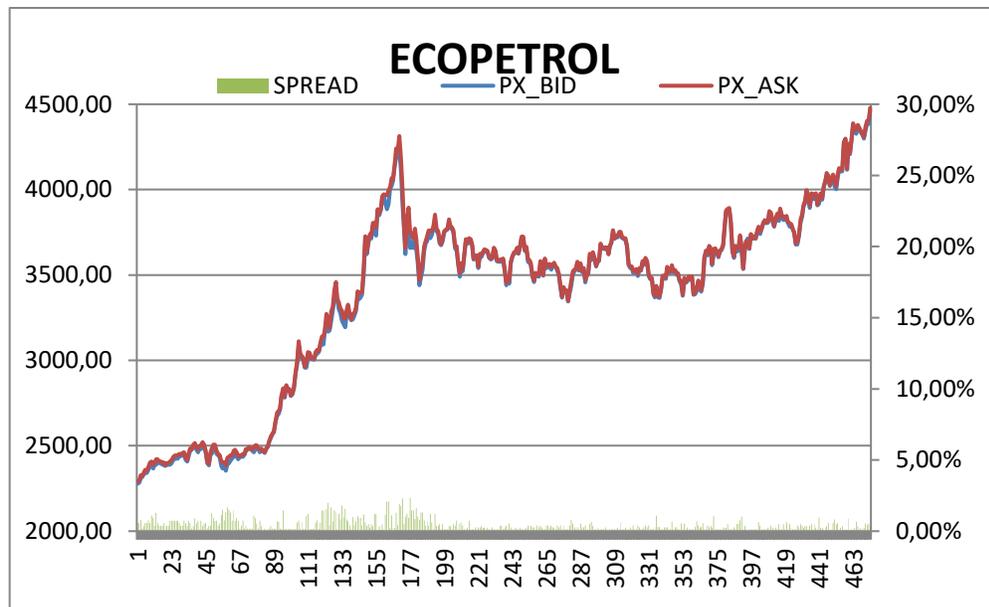
Entre menor sea el spread relativo, mayor será la liquidez del activo, para el caso de las acciones colombianas que conforman el portafolio la acción que presenta un mayor promedio de spreads es BIOMAX con un 1,66% (figura 9). A diferencia de BIOMAX, la acción que presento un promedio mas bajo de spreads relativos fue ECOPETROL, con un promedio de 0,27%, muy inferior al 1,66% de Biomax.

Figura 10 Bid-Ask Spreads BIOMAX



Fuente: Cálculos del Autor

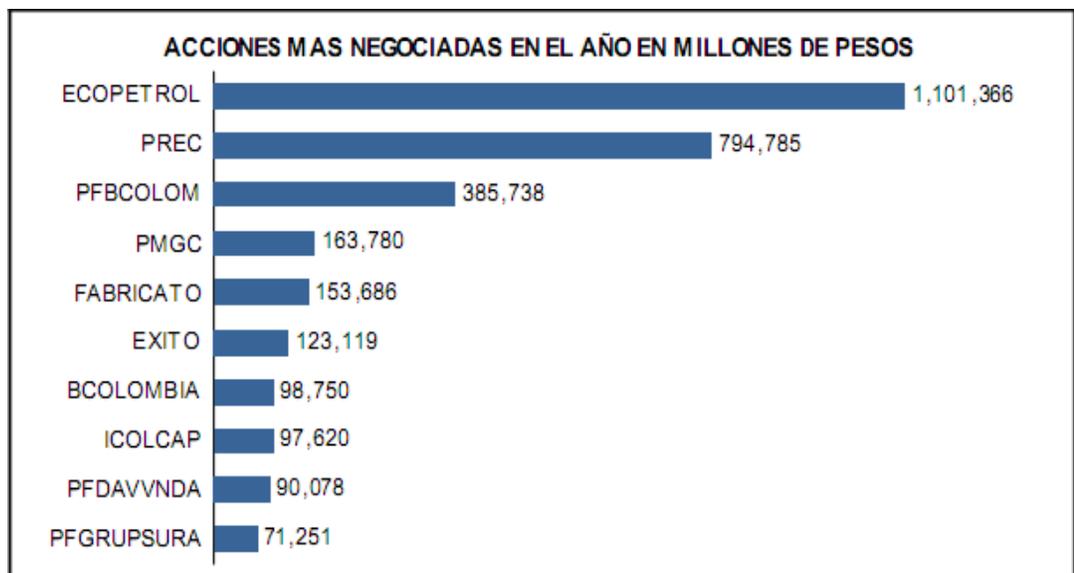
Figura 11 Bid Ask spreads ECOPETROL



Fuente: Cálculos del Autor.

ECOPETROL, es una empresa que generalmente se encuentra en los primeros tres puestos en participación de la canasta del COLCAP, lo que significa que es una acción con alta liquidez y apta para operar con montos importantes, además, actualmente se encuentra inscrita en la Bolsa de valores de New York y tiene gran participación en el Mila³, de igual forma existen Derivados sobre estos títulos.

Figura 12 Acciones mas negociadas en el año (2011-2012)



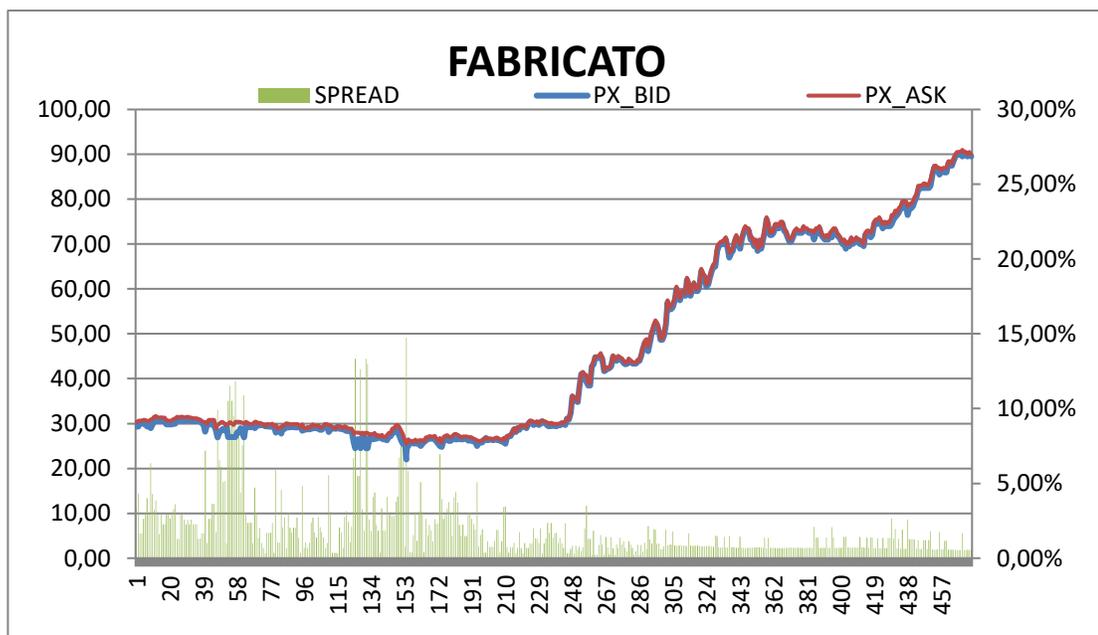
Fuente: Informe Mensual BVC

La figura 11, muestra las acciones mas negociadas entre enero 2011 y enero del 2012, y confirma la liquidez de ECOPETROL, seguida por PREC y PFBANCOLOMBIA, en el quinto lugar se encuentra FABRICATO que en el último año ha tenido una significativa disminución del spread relativo (figura 12).

³ Mercado Integrado Latinoamericano de los andes, es la unión del mercado accionario de los países de Colombia, Perú y Chile.

La Bolsa de Valores de Colombia dio a conocer que los inversionistas extranjeros han aumentado sus inversiones en el país en un 88% en el periodo comprendido entre marzo del 2011 y marzo del 2012 desde que el país recibió el grado de inversión⁴ de las tres calificadoras internacionales, este efecto puede verse reflejado en estos activos, inclusive la acción de CORFICOL la cual muestra un comportamiento muy similar a las demás (Figura 13).

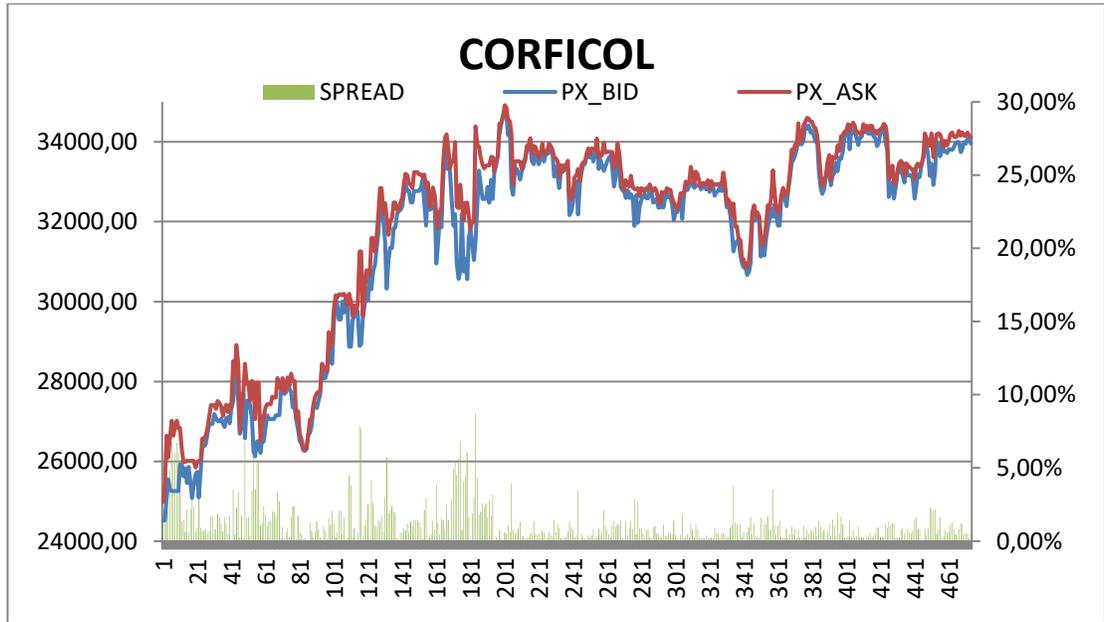
Figura 13 Bid Ask Spreads FABRICATO



Fuente: Cálculos del Autor.

⁴ Se dice que una calificación esta dentro de grado de inversión cuando los títulos a los cuales se aplica no representan un gran riesgo de incumplimiento en sus obligaciones para con los compradores de los mismos.

Figura 14 Bid Ask Spreads CORFICOL



Fuente: Cálculos del Autor.

Los gráficos de los spreads de las acciones dejan ver que todas tienen un nivel de spread relativo sin importar en que proporción. Aunque son notables y de destacar las brechas que tienen FABRICATO Y CORFICOL las cuales representan el 61% del portafolio.

COSTO DE LIQUIDEZ.

El costo de liquidez exógeno se puede obtener en términos de un spread porcentual medio más un factor que determina el grado de confianza por la volatilidad del spread. De acuerdo con Bangia et al. (1998), el precio de mercado observado es en promedio la media entre las puntas de compra y venta, en otras palabras el precio de mercado promedio observado en t .

$$ECL = \frac{1}{2}[P^a(S + a\sigma_t)] \quad (12)$$

Donde:

ECL= Costo exógeno de liquidez

P^a = Precio en riesgo al tiempo t

S= spread relativo promedio

σ_t = Volatilidad del activo al tiempo t

a =Factor de ajuste por liquidez

a Es un factor de ajuste que permite el 99% de cobertura para los spreads. Es poco factible encontrar una distribución normal para estos, lo cual ocasiona que la tabla de distribuciones normales no pueda servir en estos casos. Bangia distribuye este factor en un rango entre 2 y 4,5 dependiendo el instrumento y el mercado. Un activo de menos bursatilidad tiene un coeficiente más grande que uno más volátil.

El VaR ajustado por liquidez (VaRL) indica que la pérdida por el ajuste esta dado por la sumatoria del VaR tradicional (7) más el ajuste por liquidez (12) tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$VaRL = VaR + ECL \quad (13)$$

$$VaRL = (VA * Z * \sigma * \sqrt{t}) + \frac{1}{2}[P^a(S + a\sigma_t)] \quad (14)$$

2.4 VaRL UNIVARIADO

El VaRL univariado, calcula el ajuste para cada uno de los activos, es importante saber la influencia de estos sobre el portafolio, ya que el porcentaje de inversión invertido en cada uno se vera reflejado en la cartera. Se utilizara el VaR de cada acción que fue calculado por el método paramétrico.

Tabla 10 Características y VaR de las acciones que conforman el portafolio

	BIOMAX	FABRICATO	ECOPETROL	CORFICOL
RIESGO	2,53%	2,15%	0,41%	1,39%
PESO%	22,536%	39,021%	31,421%	7,022%
PESO \$	\$ 22.535.521,02	\$ 39.021.423,29	\$ 31.421.015,36	\$ 7.022.040,33
PROMEDIO SPRED	1,66%	0,94%	0,27%	0,73%
VAR	\$ 859.709,62	\$ 1.795.213,75	\$ 1.024.514,26	\$ 196.483,50
% VAR	-3,815%	-4,601%	-3,261%	-2,798%

Fuente: Cálculos del Autor.

La tabla 15, muestra las características de cada acción, la desviación, el peso, el VaR y el promedio de los spreads los cuales fueron calculados según la ecuación 11. Para poder tener un riesgo de liquidez futuro acorde con las condiciones que se han presentado en el último año, el promedio del spread se ha tomado inicialmente desde el 2 de febrero del 2011 al 2 de febrero del 2012.

Como se dijo anteriormente, la acción que presenta una mayor brecha entre los spreads es BIOMAX con el 1,66% y se puede notar la diferencia entre el precio bid- ask en la grafica 10, FABRICATO, es la acción con el segundo spread mas

grande, le siguen CORFICOL Y ECOPETROL. La desviación de BIOMAX, también es significativa, mostrando las altas variaciones que este activo puede tener en su liquidez.

El cálculo del VaRL de cada acción se realiza utilizando la ecuación 12, el factor de ajuste (a) se toma con un valor de 2, teniendo en cuenta que el activo a valorar son acciones las cuales poseen una gran volatilidad. Para lo anterior los costos de liquidez de las acciones son:

$$ECL_{BIOMAX} = \frac{1}{2} [\$21.675.811,40 * (2,66\% + 2 * 2,53\%)] = \$836.327,33$$

$$ECL_{FABRICATO} = \frac{1}{2} [\$37.226.209,55 * (1,92\% + 2 * 2,15\%)] = \$1.158.554,37$$

$$ECL_{ECOPETROL} = \frac{1}{2} [\$30.396.501,1 * (0,44\% + 2 * 0,41\%)] = \$192.846,61$$

$$ECL_{CORFICOL} = \frac{1}{2} [\$6.825.556,83 * (1,23\% + 2 * 1,39\%)] = \$136.615$$

Nótese, que el costo del coeficiente se calcula sobre el precio o el monto invertido de la acción con el descuento por el VaR ya incluido, dando a entender que al momento de cerrar una posición el riesgo de mercado conlleva un riesgo secundario el cual es la liquidez. La tabla 16 muestra el costo de liquidez y su respectivo porcentaje. La pérdida por el ajuste en BIOMAX es semejante al VaR de mercado, mientras que en FABRICATO y CORFICOL superan el.60%.

Tabla 11 Costo de liquidez

ECL	\$ 836,327.33	\$ 1,158,554.37	\$ 192,846.61	\$ 136,615.41
ECL%	-3.858%	-3.112%	-0.634%	-2.002%
Valor ECL	\$ 20,839,484.07	\$ 36,067,655.17	\$ 30,203,654.50	\$ 6,688,941.43

Fuente: Cálculos del Autor.

El VaR de mercado más el costo de liquidez da como resultado el VaR ajustado (ecuación 13).

$$VaR_{L_{BIOMAX}} = 859709,62 + 836327,33 = 1696036,95$$

$$VaR_{L_{FABRICATO}} = 1795213,75 + 976850,55 = 2953768,12$$

$$VaR_{L_{ECOPETROL}} = 1024514,26 + 192846,61 = 1217360,86$$

$$VaR_{L_{BIOMAX}} = 196483,5 + 136615,41 = 333098,91$$

En la figura 17, el ajuste por liquidez tiene una gran proporción para la mayoría de las acciones, esto demuestra que ignora el verdadero riesgo que conlleva los spreads causando una gran subestimación del VaR. FABRICATO, CORFICOL Y BIOMAX presentan una subestimación del 64%, 69% y 97% respectivamente y lo que es aún peor, representan el 68% del portafolio.

Tabla 12 VaR ajustado por liquidez univariado

	BIOMAX	FABRICATO	ECOPETROL	CORFICOL
VAR AJUSTADO	\$ 1,696,036.95	\$ 2,953,768.12	\$ 1,217,360.86	\$ 333,098.91
% VAR AJUSTADO	-7.526%	-7.570%	-3.874%	-4.744%
% SUBESTIMACION	97.28%	64.54%	18.82%	69.53%

Fuente: Cálculos del Autor.

ECOPETROL es una de las acciones más negociadas y liquidas del mercado colombiano que suele tener una mayor participación en el COLCAP, mientras que FABRICATO, CORFICOL y BIOMAX generalmente no hacen parte de este índice, y considerando el número de acciones del mercado colombiano con un nivel de liquidez considerable y apto para negociar se da a entender que estos tres activos aunque en ocasiones representen una pequeña proporción del índice, no significa que sean lo suficientemente líquidos y aptos para negociar (anexo4).

2.5 VaR MULTIVARIADO

El procedimiento para ajustar la cartera, es igual que estructurarlo, la diferencia son los spreads, los cuales se trabajan como si fuesen los precios de los activos. Teniendo en cuenta esto, se inicia con la matriz de correlaciones de los spreads y luego se conforman la matriz varianza-covarianza tal como se muestra en las tablas 10 y 11.

Tabla 13 Matriz de correlaciones de los spreads

	BIOMAX	FABRICATO	ECOPETROL	CORFICOL
BIOMAX	1,000	0,356	0,453	0,374
FABRICATO	0,356	1,000	0,481	0,450
ECOPETROL	0,453	0,481	1,000	0,488
CORFICOL	0,374	0,450	0,488	1,000

Fuente: Cálculos del Autor.

Tabla 14 matriz de covarianza de los spreads

	BIOMAX	FABRICATO	ECOPETROL	CORFICOL
BIOMAX	0,000639	0,000194	0,000047	0,000131
FABRICATO	0,000194	0,000463	0,000043	0,000134
ECOPETROL	0,000047	0,000043	0,000017	0,000028
CORFICOL	0,000131	0,000134	0,000028	0,000193

Fuente: Cálculos del autor.

Tabla 15 desviación del portafolio de los spreads

COVARIANZA	0,01696%
DESVIACION	1,302%

Fuente: Cálculos del Autor.

El riesgo de los spreads, fue calculado del mismo modo que el riesgo del portafolio, dando como resultado una desviación del 1,30%.

Tabla 16 Características del portafolio de los spreads

RIESGO	1.30%
PESO%	100%
PESO \$	\$ 100,000,000.00
PROMEDIO SPRED	1.57%
VAR	\$ 2,402,719.43
% VAR	-2.403%
Valor VAR	\$ 97,597,280.57

Fuente: Cálculos del autor.

El spread promedio del portafolio es del 1,57%. El costo de liquidez multivariado es determinado de forma similar al costo univariado, la diferencia se encuentra en los cálculos que se hacen entre matrices, ya que el peso de cada acción debe distribuirse según el porcentaje de participación correspondiente.

$$ECL = \frac{1}{2} [w_i * P^a (w_i * S + a\sigma_t)] \quad (15)$$

Utilizando la ecuación 15 el costo de liquidez del activo es de \$2.039.092.13 pesos, lo que significa una posible pérdida del 2.089% al momento de poner en venta la cartera en el mercado secundario.

Tabla 17 costo de liquidez del portafolio.

MECL	\$ 2,039,092.13
MECL%	-2.089%
Valor MECL	\$ 95,558,188.44

Fuente: Cálculos del Autor.

El VaR ajustado de portafolio también se realiza de forma similar que en método univariado por medio de la ecuación 14 que calcula el riesgo total teniendo en cuenta el VaR del portafolio y el ajuste por liquidez; se puede observar que al VaR ajustado de la cartera es de un .4,44% lo que significa una subestimación del 84,87% con respecto al VaR tradicional. (Tabla 16), este incremento es muy significativo y nada despreciable, ya que al desconocerlo o al ignorarlo la pérdida sobre el capital esperado será muy superior al VaR tradicional.

Tabla 18 VaR ajustado

VAR AJUSTADO	\$ 4,441,811.56
% VAR AJUSTADO	-4.44%
SUBES. PROM. 1	84.87%

Fuente: Cálculos del Autor.

El riesgo al que está expuesto el portafolio pasaría del 2,403% al 4,44% lo que significaría que el capital total después de una pérdida de un día puede llegar a ser de \$95.558.188,44.

Es importante tener en cuenta para este trabajo, que los datos tomados en la muestra para el estudio del VaRL univariado y multivariado calculados anteriormente, son grandes a causa de los spreads que se habían venido presentado durante periodos anteriores, pero como se pudo observar en las figuras 10, 11, 13 y 14 a partir del 2011 los spreads se vieron significativamente disminuidos por una mayor inversión o apetito de distintos inversionistas extranjeros y nacionales por el mercado de nuestro país.

Los procedimientos para el cálculo del VaR y del VaRL univariado y multivariado, fueron realizados nuevamente con el mismo portafolio pero para el periodo comprendido entre el 2 de febrero del 2011 al 2 de febrero del 2012, con el fin de poder comparar la liquidez que se presentó antes y después del año 2011.

La tabla 19 presenta un resumen de los resultados obtenidos para cada una de las acciones que conforman el portafolio durante el transcurso de los dos años que fueron tomados como base de estudio (2 de febrero del 2010 al 2 de febrero del 2012), mientras que la tabla 20 presenta los mismos resultados pero teniendo en cuenta tan solo el ultimo año de información (2 de febrero del 2011 al 2 de febrero del 2012).

Tabla 19 VaR- VaRL (2010-2012)

	2010-2012			
	BIOMAX	FABRICATO	ECOPETROL	CORFICOL
RIESGO	2,53%	2,15%	0,41%	1,388%
PROMEDIO SPRED	2,66%	1,92%	0,44%	1,23%
VAR	\$ 859.709,62	\$ 1.795.213,75	\$ 1.024.514,26	\$ 196.483,50
% VAR	-3,815%	-4,601%	-3,261%	-2,798%
ECL	\$ 836.327,33	\$ 1.158.554,37	\$ 192.846,61	\$ 136.615,41
ECL%	-3,858%	-3,112%	-0,634%	-2,002%
VAR AJUSTADO	\$ 1.696.036,95	\$ 2.953.768,12	\$ 1.217.360,86	\$ 333.098,91
% VAR AJUSTADO	-7,53%	-7,57%	-3,87%	-4,74%
SUBES.PROM.1	97,28%	64,54%	18,82%	69,53%

Fuente: Cálculos del Autor.

Tabla 20 VaR-VaRL (2011-2012)

	2011-2012			
	BIOMAX	FABRICATO	ECOPETROL	CORFICOL
RIESGO	1,51%	0,49%	0,20%	0,593%
PROMEDIO SPRED	1,66%	0,94%	0,27%	0,73%
VAR	\$ 623.327,51	\$ 2.015.763,24	\$ 991.822,05	\$ 161.940,35
% VAR	-3,815%	-4,601%	-3,261%	-2,798%
ECL	\$ 512.909,78	\$ 354.064,96	\$ 101.410,94	\$ 65.874,35
ECL%	-2,341%	-0,957%	-0,333%	-0,960%
VAR AJUSTADO	\$ 1.136.237,29	\$ 2.369.828,20	\$ 1.093.232,99	\$ 227.814,70
% VAR AJUSTADO	-5,04%	-6,07%	-3,48%	-3,24%
SUBES.PROM.1	82,29%	17,56%	10,22%	40,68%

Fuente: Cálculos del Autor.

Es de destacar la gran disminución del costo de liquidez que se ha visto en el último año, lo cual hace que la subestimación del riesgo de mercado sea mucho menor, desafortunadamente en acciones como BIOMAX esta diferencia aunque disminuya en aproximadamente 15% sigue siendo muy significativa teniendo un costo de liquidez muy alto, acciones como FABRICATO, ECOPETROL y CORFICOL también redujeron su costo de liquidez lo cual permite que la subestimación sobre el riesgo de mercado, se halla reducido en un 72, 45 y 41% respectivamente. El tamaño de los spreads se redujo en promedio 42%, y que brinda un panorama futuro más adecuado y optimista para la liquidez del mercado Colombiano.

En el caso del portafolio, también se ve significativamente disminuido el spread promedio que pasa de 1,57% a 0,88% y la subestimación causada por ignorar el costo de liquidez baja del 84% al 38% tal como lo muestra la tabla 21.

Tabla 21 VaR y VarL del portafolio (2011-2012 y 2010-2012)

2010-2012		2011-2012	
RIESGO	1,30%	RIESGO	0,41%
PROMEDIO SPRED	1,57%	PROMEDIO SPRED	0,88%
VAR	\$ 2.402.719,43	VAR	\$ 2.152.763,42
% VAR	-2,403%	% VAR	2,153%
MECL	\$ 2.039.092,13	MECL	\$ 829.902,90
MECL%	-2,089%	MECL%	-0,848%
VAR AJUSTADO	\$ 4.441.811,56	VAR AJUSTADO	\$ 2.982.666,31
% VAR AJUSTADO	-4,44%	% VAR AJUSTADO	-2,98%
SUBES. PROM.	84,87%	SUBES. PROM.	38,55%

Fuente: Cálculos del Autor.

Como se puede observar el último año ha presentado una gran mejora de la liquidez en el mercado accionario colombiano, puede ser que este tipo de activos sigan mejorando constantemente, aunque en ocasiones hay emisores que tienen muy pocas acciones en circulación, de tal forma que sea difícil obtener una mayor negociación.

3 COMPROBACIÓN DEL VAR DE MERCADO AJUSTADO POR MEDIO DE BACKTESTING

El Backtesting, es un procedimiento técnico que consiste en validar la precisión de un modelo creado para hacer estimaciones de un determinado valor contingente, por medio de la comparación de las estimaciones realizadas por el modelo respecto a los valores obtenidos realmente en periodos anteriores.

A partir de las recomendaciones del comité de Basilea en 1996⁵ el valor en riesgo se convirtió en una medida utilizada en gran parte del mundo, sin embargo existen varias maneras para los cálculos del VaR, por esta razón es importante conocer que tan validos son estos modelos.

Aunque existen varios modelos estos se rigen por principios fundamentales para hacer el Backtesting, como el grado de tolerancia para la magnitud del error entre la estimación y la realidad, así como la tolerancia para el número de veces que puede fallar el modelo Basilea recomienda que los requerimientos de capital correspondan 3 veces al VaR.

El comité de Basilea recomienda el uso de Backtesting como instrumento de regulación, ya que este permite analizar si los administradores de riesgo están midiendo el riesgo de mercado de una forma apropiada. De igual forma este

⁵ Basle Committee on Banking Supervision (1996^a) y Basle Committee on Banking Supervision (1996^b)

también sugiere de 3 zonas de riesgo conforme al desempeño del VaR, las cuales implican diferentes factores multiplicativos de capital.

Tabla 22 Las tres zonas del comité de Basilea

ZONA	NUMERO DE FALLAS PARA UN PERIODO DE 250 DIAS	FACTOR MULTIPLICATIVO
VERDE	4 O MENOS	3
AMARILLA	5	3,4
	6	3,5
	7	3,65
	8	3,75
	9	3,85
ROJA	10 O MAS	4

Fuente: Banco de la República 1

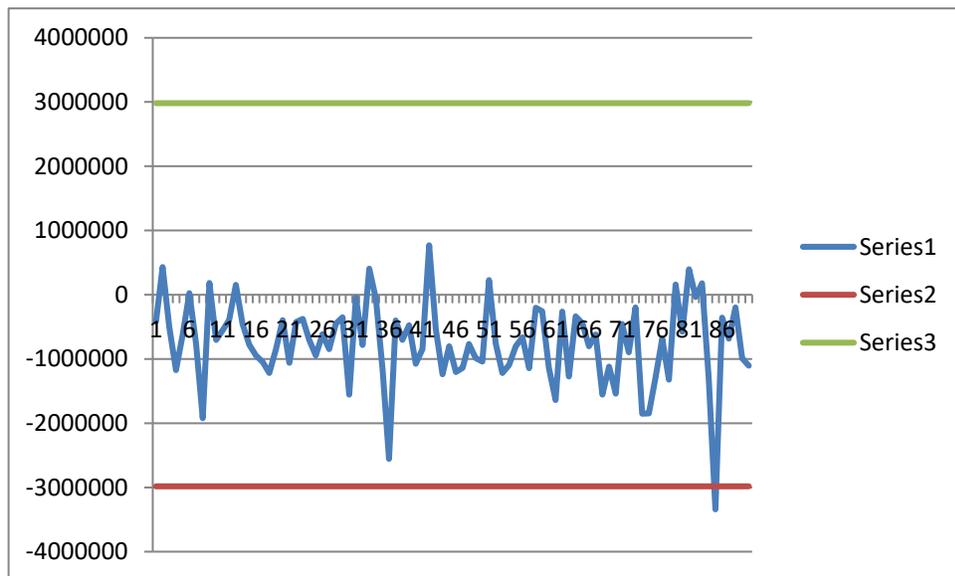
En Colombia la superintendencia Financiera se encarga de regular los diferentes factores de riesgo y establecer el marco general de su medición, también es encargada de calificar según los datos que arroje el modelo sobre la precisión y consistencia de este.

Un método muy usado para visualizar el desempeño de VaR es por medio del grafico de Backtesting, el cual depende del nivel de confianza dado, para cada periodo, se calcula el VaR utilizando la información histórica y se contrasta con la perdida observada durante el tiempo.

El promedio obtenido de los spreads, es el factor de descuento de las rentabilidades, lo que hace que la pérdida sea mayor, teniendo en cuenta que al mismo tiempo disminuye las ganancias como consecuencia de la posibilidad de no poder liquidar la posición en un precio razonable.

En base al VaR ajustado calculado, las variaciones de la cartera y los spreads se crea el grafico de Backtesting este grafico permite visualizar el comportamiento del VaR en este caso el VaR ajustado y sirve para valorar el comportamiento de desempeño riesgo. Para este caso se tomaron datos desde el 2 de enero al 11 de mayo del 2012

Figura 15 Grafico de backtesting del VaR ajustado por liquidez



Fuente: Cálculos del Autor.

Las pérdidas que superaron el VaR significaron el 0,730% del total de los datos, lo que muestra que el modelo si cumple con el 99% de nivel de confianza que se tomo.

Junto a este grafico, existen pruebas estadísticas que evalúan la eficacia del VaR, una de estas pruebas se asocia a una variable aleatoria que cuenta el número de veces que las perdidas excedieron el VaR, si al evaluar se asume que estos eventos son independientes se sigue una distribución normal, se debe tener en cuenta la probabilidad de que estas pérdidas sucedan, que dependen del nivel de confianza dado, para este caso es del 99% y la probabilidad que se obtenga una pérdida superior o igual al VaR ajustado es del 1%.

Prueba de Kupiec La prueba de kupiec evalúa la hipótesis que la probabilidad de falla sea igual a 1 menos el coeficiente de confianza (1-99%), la hipótesis depende de una prueba de razón según la ecuación siguiente:

$$POF = -2Ln\left(\frac{p^x(1-p)^{n-x}}{p^x(1-p)^{n-x}}\right)$$

Donde X es el número de fallas, n es el total de datos tomados o de observaciones y $p = \frac{x}{n}$, para el portafolio x=1 y n=90, $p = \frac{x}{n}=1,11\%$, el valor resultante para el modelo es de POF= 1,08% utilizando la función de de Excel, distri.chi se comprueba que el modelo es adecuado (0,9171), según Kupiec para 255 datos, el VaR no puede ser sobrepasado mas de 7 veces, lo que indica la efectividad del ajuste.

CONCLUSIONES

- Por medio del método de estructuración de portafolio de Markowitz, se llega a la conclusión, que el mercado de valores de Colombia, carece de la suficiente profundidad para poder diversificar correctamente los riesgos que el mercado de capitales presenta, tan solo pocas acciones están a la altura de activos internacionales. Es importante mencionar, que al tratar de estructurar el portafolio por esta teoría se este incurriendo en un posible error de diversificación, ya que Markowitz se enfoca en el riesgo de mercado y solo tiene en cuenta los precios de cierre para poder determinar las correlaciones de estos y así encontrar la mejor combinación riesgo-retorno. El riesgo de liquidez es ignorado completamente y esto puede influir sobre el riesgo real del portafolio, ya que aunque la teoría cumpla con reducir el riesgo de mercado, sin darse cuenta se podría estar aumentando riesgo de liquidez.
- Los spreads de las acciones del país, son demasiados altos para ser ignorados, esto dificulta la negociación, en especial cuando se opera con montos de gran tamaño, para poder hacer transacciones de grandes cantidades, es necesario saber el riesgo de liquidez de cada activo y la distancia entre los spreads. Después del 2011 la liquidez se vio aumentada significativamente y las acciones del mercado colombiano mejoraron disminuyendo sus spreads de negociación. Puede ser que se siga avanzando en esto, pero siempre van a existir activos que por sus características no van a dejar de tener de un riesgo de liquidez alto y que como se demostró es importante incluirlo en el riesgo real del activo.

- Según El estudio de Bangia, el cual concluía diciendo que activos de una adecuada liquidez suelen presentar una subestimación entre el 10% y 15%, esto se puede comprobar en una acción como ECOPETROL, cuyo VaR se subestima el 16% para los dos años y del 10% para el último año. Acciones como BIOMAX, aunque mejoraron en el último año, la subestimación del riesgo puede llegar a ser el mismo VaR de mercado, lo que significaría que el VaR tradicional calculado para acciones de estas características, puede llegar a ser totalmente falso.
- En el portafolio, la subestimación del VaR tradicional se ve incrementada considerablemente, puesto que fue conformado un único activo que tenía una liquidez adecuada que representa el 31% del total de la cartera. El otro porcentaje fue distribuido en acciones que no tenían características similares, creando una gran subestimación del VaR de la cartera. Para el último año, FABRICATO presentó una subestimación muy baja que pasaba del 64% al 17% por esta razón el portafolio disminuyó considerablemente el costo de liquidez ya que tanto FABRICATO como ECOPETROL representaban el 70% de la cartera confirmando nuevamente que la teoría de Markowitz no diversifica el riesgo de liquidez y por el contrario puede ocasionar que este se vea incrementado en el portafolio.
- El VaR ajustado por liquidez, es una forma de valorar el riesgo válido acorde a la prueba de desempeño realizada con backtesting, y con un VaR adecuado que mide tanto el riesgo de mercado como el riesgo de liquidez de las inversiones.

BIBLIOGRAFIA

Análisis de la formación de precios, “Modelo de Markowitz y Sharpe”,
<http://ciberconta.unizar.es/LECCION/fin004/110.HTM>

Afín S.A. comisionista de bolsa, 2010, “*acciones del COLCAP*”,
http://www.afin.com.co/BancoConocimiento/A/acciones_colcap/acciones_colcap.asp?CodSeccion=12, abril.

Alfonso de Lara (2008), “Medición y control de riesgos financieros”, México, 3era edición, limusa.

Bangia, A.; Diebold, F.; Schuermann, T.; Stroughair, J. (1998) “*Modeling Liquidity Risk, With Implications for Traditional Market Risk Measurement and Management*”, Center for Financial Institutions, documento de trabajo, núm. 99-06, Wharton School Center for Financial Institutions, diciembre.

Bolsa de Valores de Colombia (BVC), “*Resumen general operativo 2010*”, Colombia.

<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/informesbursatiles>

Bolsa de Valores de Colombia, 2012,
<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Empresas/Listado+de+Emisores>.

Christian Y. Soto (2008), *“Riesgo de liquidez en el sistema financiero venezolano una aplicación del VaR ajustado por liquidez”*, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, octubre.

Diego Agudelo (2010), *“liquidez en los mercados accionarios colombianos: ¿Cuánto hemos avanzado en los últimos 10 años?”*, Bogotá – Colombia, Junio.

Disfruta las matemáticas, *“Varianza y desviación estándar”*.
cinemark.poligran.edu.co

<http://www.disfrutalasmatematicas.com/datos/desviacion-estandar.html>

Eduardo Contreras (2010), *“No más VAN: el Value at Risk (VaR) del VAN, una nueva metodología para análisis de riesgo”*, enero.

Fernando De Jesús Franco, *“PORTAFOLIO INTERNACIONAL: modelación y optimización”*, Ensayo, <http://www.gacetafinanciera.com/Portaf.pdf>

Finanzas y Dinero, 2007, *“¿Que es el IGBC?”*,
<http://finanzasydinero.com/blog/%C2%BFque-es-el-igbc/>, Agosto.

Gloria Inés Macias (2001), *“estudiar la eficiencia del mercado de capitales de Colombia”*, Instituto tecnológico de estudios superiores monterrey, tesis, México Mayo 21.

Helston Coronel, 2010, *“Construcción de la Frontera Eficiente de Markowitz mediante el uso de la herramienta SOLVER de Excel y el modelo matricial”*, Ensayo, Maturin-Venezuela, Abril.

Johnson, C. (2000). *Value at Risk ajustado por liquidez: Una aplicación a los bonos soberanos Chilenos*. Documento de trabajo N 76, Banco Central de Chile, Junio.

JP Morgan (1996) "*Risk metrics-- technical document*", fourth edition, New York

Juanita Gonzalez y Daniel Osorio Rodriguez (2007). "*El valor en riesgo ajustado por liquidez en Colombia.*". Banco de la republica de Colombia, Publicacion 105.

Juan Mascareñas (2008), "*Introduccion al VaR*", Universidad Complutense de Madrid, España, mayo.

Julio C. Alonso (2005), "Valor en riesgo: *Evaluación del desempeño de diferentes metodologías para 7 países latinoamericanos.*", Universidad Icesi, Cali- Colombia, junio.

Lilian A Mora. "Medidas de riesgo VaR" Trading center, Noviembre 18.
<http://tradingcenter.wordpress.com/2009/11/20/var-value-at-riskvalor-en-riesgo-2/>

Marlene Müller. (2008) "*Estimation of liquidity-adjusted VaR from historical Data*". Trabajo de tesis. Institute for Statistics and Econometric. Universidad De Berlin. Septiembre.

Nicholas Dunbar (1998). "*Meriwether's Meltdown*," Risk, October, 32-36

Series de tiempo. Pindyck, Robert. "*Econometría Modelos y Pronósticos*". McGraw Hill. 4ª. Edición. p. 487_8

Superintendencia Financiera de Colombia (2010), *“Gestión de riesgo de crédito”* *“Reglas relativas al sistema de administración de riesgo de mercado”*, Normativa, capitulo II-capitulo XXI, Colombia, <http://www.superfinanciera.gov.co/>, abril.

Valentina O. Duque (2008) “Medición del VaR en los portafolios de acciones colombianas”, Trabajo de grado, Universidad tecnológica de Pereira, Pereira-Risaralda.

Yuliany P. Mantilla (2009), *“Medición de riesgo de mercado para portafolio de tes mediante la metodología del VaR con prueba de Barktesting”*, Proyecto de Grado, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga- Santander, TI: 18015, pág. 39, 40, 52, 60.

<http://www.docstoc.com/docs/3257944/L%C3%ADnea-del-Mercado-de-Capitales>
www.profesores.ucv.cl/yreyes/.../Teoria%20de%20carteras.ppt

ANEXOS

Anexo 1

Figura 16 Límites para el riesgo máximo y mínimo



Fuente: Funciones de Excel.

Anexo2

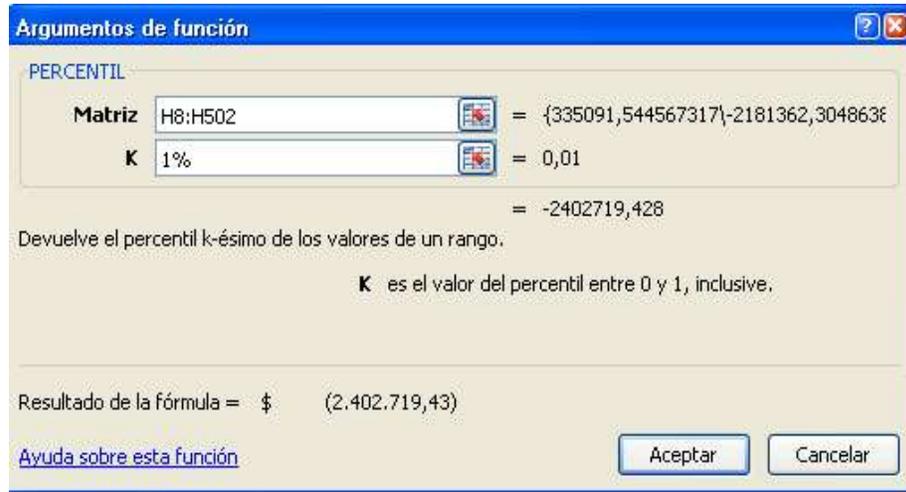
Figura 17 Límites para el cálculo de las carteras.



Fuente: Funciones de Excel.

Anexo 3

Figura 18 Percentil del portafolio



Fuente: Funciones de Excel

Anexo 4:

Tabla 23 Composición del COLCAP

COMPOSICION DE LA CANASTA DEFINITIVA COLCAP III TRIMESTRE 2010				
POS. ACTUAL	POS. ANT.	NEMO	PONDERADOR SIN ENLACE ¹ (A)	PRECIO 14-JUL-10 (B)
1	1	ECOPETROL	3.0662282826	2,930.00
2	2	PFBCOLOM	0.2370042620	25,900.00
3	3	GRUPOSURA	0.1691336625	31,400.00
4	4	INVERARGOS	0.2335073920	19,640.00

5	5	ISA	0.3135070397	12,860.00
6	14	PREC	0.0822553040	44,240.00
7	6	CEMARGOS	0.2793785689	11,680.00
8	7	ISAGEN	0.7664343669	2,280.00
9	8	CORFICOLCF	0.0551443404	29,380.00
10	NA	COLINVERS	0.2569329713	6,240.00
11	9	EXITO	0.0794724698	18,140.00
12	10	EEB	0.0055027394	124,500.00
13	NA	SIE	0.0328229394	14,020.00
14	11	ETB	0.3990018680	1,045.00
15	12	BVC	8.3324936518	36.00
16	13	INTERBOLSA	0.1141815091	2,425.00
17	17	TABLEMAC	19.0897965741	9.00
18	16	FABRICATO	5.3901767525	29.90
19	19	ENKA	5.0785526264	9.39
20	20	BIOMAX	0.0311026718	1,120.00

Fuente: Bolsa de Valores de Colombia