



UNIVERSIDAD  
EL BOSQUE

**ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA GUIA SOBRE LA TEORÍA DE  
PORTAFOLIO EFICIENTE DE MARKOWITZ**

**RUTH MAPE VANEGAS**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS  
NEGOCIOS INTERNACIONALES  
BOGOTÁ D.C.**

**2020**



UNIVERSIDAD  
EL BOSQUE

**ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA GUIA SOBRE LA TEORÍA DE  
PORTAFOLIO EFICIENTE DE MARCOWITZ**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**

**NEGOCIOS INTERNACIONALES**

**BOGOTÁ D.C.**

**2020**

# Contenido

<a href="#">Resumen</a> .....	4
<a href="#">Abstract</a> .....	4
<a href="#">Introducción</a> .....	5
<a href="#">Objetivos</a> .....	5
<a href="#">Objetivo principal</a> .....	5
<a href="#">Objetivos específicos</a> .....	5
<a href="#">Reseña de la literatura</a> .....	5
<a href="#">Marco teórico</a> .....	7
<a href="#">Marco conceptual</a> .....	9
<a href="#">Portafolio. Combinación de las inversiones realizadas por una institución o un individuo creando estrategia de diversificación de la inversión y limitando el riesgo. (Enciclopedia Financiera, s.f.)</a> .....	9
<a href="#">Inversión. Una cantidad de dinero que se pone a disposición de terceros, con la finalidad de que se incremente con las ganancias que genere. (BBC, 2017)</a> .....	9
<a href="#">Rentabilidad Esperada. Es el beneficio que un inversor espera obtener de una inversión en un momento determinado. (BBVA, s.f.)</a> .....	9
<a href="#">Volatilidad. Mide la variabilidad de las fluctuaciones de los precios, de las rentabilidades de un activo financiero, de los tipos de interés y, en general, de cualquier activo financiero en el mercado. Econopedia (s.f.)</a> .....	9
<a href="#">Metodología</a> .....	9
<a href="#">Tabla 1. Precio histórico</a> .....	10
<a href="#">Tabla 2. Rentabilidad</a> .....	11
<a href="#">Tabla 3. Construcción de ponderaciones</a> .....	13
<a href="#">Tabla 4. Ponderaciones</a> .....	13
<a href="#">Tabla 5. Aplicación fórmula de Markowitz</a> .....	14
<a href="#">Figura 1. Complemento solver en Excel</a> .....	14
<a href="#">Figura 2 y 3. Simulación en Excel</a> .....	15
<a href="#">Tabla 6. Riesgo del portafolio</a> .....	17
<a href="#">Tabla 7. Rentabilidad del portafolio</a> .....	17
<a href="#">Figura 4. Tabla sensibilidad 1</a> .....	17
<a href="#">Figura 5. Herramienta tabla de datos</a> .....	18
<a href="#">Figura 6. Tabla de sencibilidad 2</a> .....	18
<a href="#">Figura 7. Gráfico de frontera eficiente</a> .....	19
<a href="#">Discusión</a> .....	20
<a href="#">Conclusiones</a> .....	21
<a href="#">Referencias</a> .....	24

## **Resumen**

Esta guía fue creada debido a la necesidad de encontrar de forma práctica y sencilla los pasos requeridos al decidir realizar inversiones en la bolsa de valores de Colombia teniendo en cuenta factores puntuales como el riesgo y la rentabilidad, ya que las personas por lo general se preguntan qué emisor de acciones o empresa que cotiza en la bolsa será la mejor opción para invertir sus recursos. Por lo general entender estos conceptos y encontrar la manera práctica de realizar los ejercicios resulta complejo, por lo que esta guía ofrece la opción de ahorrar tiempo de estudio. Analizaremos para el ejemplo las empresas Bancolombia PF y Davivienda PF descargando de la página oficial de la bolsa de valores de Colombia la fecha y el precio histórico de la acción.

## **Abstract**

This guide was created due to the need to find in a practical and simple way the steps required when deciding to make investments in the Colombian stock market, taking into account specific factors such as risk and profitability, since people usually wonder which stock issuer or company listed in the stock market will be the best option to invest their resources. Usually understanding these concepts and finding the practical way to perform the exercises is complex, so this guide offers the option to save study time. We will analyze for example the companies Bancolombia PF and Davivienda PF by downloading the date and historical price of the stock from the official page of the Colombian stock exchange.

## Introducción

En el diplomado “*Gobierno corporativo y gestión de inversiones*” realizado junto con la bolsa de valores de Colombia se conocieron varios aspectos que se deben tener en cuenta cuando se van a tomar decisiones de inversión, por ejemplo; el análisis técnico y fundamental de un emisor, este es uno de los referentes tenidos en cuenta para tomar decisiones de inversión. Por tal motivo en esta guía escrita, la cual trata como tema principal “**la teoría de portafolio eficiente de Markowitz**” describe como dicha teoría aporta para tener un grado de éxito en la inversión de capital de dos activos financieros, disminuyendo el riesgo del portafolio.

Así mismo esta guía contempla como referente principal un paso a paso en la hoja de cálculo Excel, desde el momento en que tenemos los emisores a evaluar hasta el resultado final que arroja la fórmula de portafolios, además de unas conclusiones respecto al ejercicio propuesto que nos indica el porcentaje recomendado a invertir según el precio histórico y fecha de cada acción.

## Objetivos

### *Objetivo principal*

Propiciar una guía práctica para aquellos lectores que desean conocer o planean realizar inversiones sobre cualquier emisor que cotiza en la Bolsa de Valores Colombia (BVC), a través de un instrumento técnico llamado la Fórmula de Portafolio Eficiente de Markowitz, la cual utiliza funciones estadísticas de varianza, covarianza y ponderaciones como insumo para el cálculo de la mejor opción de inversión en dichas emisiones de bolsa.

### *Objetivos específicos*

- Mostrar el planteamiento del cálculo de la Fórmula de Portafolio Eficiente cuyo resultado describe la mejor opción de inversión, en este caso entre Bancolombia PF Y Davivienda PF.
- Interpretar las fórmulas estadísticas que intervienen el modelo de Markowitz paso a paso.

## **Reseña de la literatura**

En principio, Dueñas, Prieto y Sánchez concluyeron que el portafolio escogido no cumple con el principio de maximización de rentabilidad debido a que los mismos no son correlativos y, por tanto, no diversificables (Paola et al., 2017). Por esto, recomiendan a los inversionistas buscar alternativas de inversión diferentes y activos con comportamientos desiguales, para cumplir con la teoría y obtener los beneficios de esta.

Por otra parte, Franco, Avendaño, y Barbutín aplicaron el modelo para verificar su funcionalidad en la práctica. En este se toman en cuenta las desventajas que puede presentar en situaciones reales y se hace una reflexión en la que se concluye que el éxito en su aplicación va a depender de la correcta estimación de rendimientos esperados además de sus covarianzas y lo asertivos que puedan ser los históricos que se tienen, al momento de hacer la proyección. De este trabajo se puede resaltar la importancia de tener una metodología clara, conocer sus ventajas y desventajas, antes de aplicarla. (Franco-Arbeláez et al., 2011)

En el contexto de la aplicación del modelo para el mercado colombiano, Medina utilizó el mismo para construir dos portafolios, cada uno con 5 acciones, pensados para dos inversionistas distintos en tolerancia al riesgo (pero ambos con aversión a este). Asimismo, se concluyó que, si bien el modelo es bueno, este no toma en cuenta que comúnmente en las distribuciones de retornos hay leptocurtosis o una concentración de datos alrededor de la media. Además, se establece que sólo funciona de manera estática, para un punto en el tiempo por lo que, en condiciones de mucha volatilidad, como las que hemos visto en el último mes, un portafolio podría dejar de ser eficiente en cuestión de segundos. Dato que se debe tener muy en cuenta para evitar realizar expectativas idealistas. (Medina, 2003)

Asimismo, Martínez y Perozo observaron las posibles diferencias debido a las distintas bolsas de valores. En el artículo se analiza la importancia del sistema de información gerencial en la

optimización de portafolios de inversión. Del análisis se concluye que más de la mitad de las casas de bolsa le restan importancia al SIG pese a que proporciona ventajas competitivas. Por lo que se puede decir que sería una buena idea tomar en cuenta el SIG, con el fin de mejorar la calidad de administración de portafolios. (Martínez C & Perozo S, 2010)

Adicionalmente, Mendizábal, Miera y Zubia reconocieron el modelo de Markowitz como referente es el de realizado en el que propone demostrar que el modelo puede ser de gran utilidad también en la práctica. Lo hicieron a través de un estudio empírico del cual concluyen que sí puede resultar de gran utilidad en la práctica pues los involucrados lo pueden utilizar de forma sencilla. Aunque, de igual modo se resalta la importancia de realizar correctas estimaciones y de recordar que las mismas no aseguran del todo el comportamiento a futuro del mercado. De cualquier modo, el modelo como herramientas les ha proporcionado a ellos carteras con mejor performance que los índices de referencia del mercado. Es decir, que, aunque el modelo tiene limitaciones propias del histórico, igualmente es una herramienta muy útil. («Harry Markowitz | Policonomics», s. f.)

Finalmente, Romero mostró que esta teoría es otro ejemplo de que la genialidad de los inventores tiene mucho que ver con las condiciones del momento. En adición, se comenta que precisamente a Markowitz se le debe reconocer su persistencia en el estudio y desarrollo de su planteamiento original, siendo de una duración de varias décadas. Lo que lleva al autor a afirmar que el valor de su contribución radica en su persistencia en la elaboración de una solución más acabada. Al concluir, menciona que si se pusieran en diálogo a los exponentes se lograría integrar el conocimiento que existe sobre la gestión de riesgo. En otras palabras, si se amplían las perspectivas teóricas se puede hacer una integrada, más útil en diferentes contextos. (Moreno & Simón, 2010)

## Marco teórico

La teoría central de la guía, como ya se planteó, es la teoría de portafolio de Harry Markowitz, quien nació en 1927 en Estados Unidos. Un economista y profesor de finanzas de la Universidad de Carolina. Su obra más importante contiene esta teoría, trabajo titulado “Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments”, o selección de cartera: diversificación eficiente de inversiones en español, y publicado en 1959. Esta obra demuestra básicamente que la **volatilidad** de una cartera **diversificada** es menor que una, con acciones de una sola entidad, por esto, esta obra muestra cómo **reducir el riesgo en la gestión de carteras**. Finalmente, se puede destacar que debido a sus contribuciones a la economía financiera en 1990 obtuvo el Premio Nobel de Economía junto a William Sharpe y Merton Miller («Harry Markowitz | Policonomics», s. f.)

Paralelamente a lo anterior, López afirma que “el modelo de Markowitz es un modelo cuyo objetivo consiste en encontrar la cartera de inversión óptima para cada inversor en términos de rentabilidad y riesgo . Esto, realizando una adecuada elección de los activos que componen dicha cartera.” Por lo que se puede decir, en otras palabras, que esta es una guía para encontrar la cartera de inversión óptima. Adicionalmente, este proceso se realiza en tres etapas principales de determinación: de carteras eficientes, de la actitud del inversor frente al riesgo y de la cartera óptima como tal.

Asimismo, a lo largo de la historia ha tenido implicaciones en diversos ámbitos pues muchas personas se han interesado por su aplicación y estudio, como se observa en la reseña literaria. Han obtenido resultados que definitivamente han impactado en su momento, para verificar su funcionalidad y aplicabilidad como para establecer los límites que implica la misma.

En este sentido, esta teoría es importante para este estudio porque además de diversificar el portafolio, permite analizar varios emisores que conllevan a la obtención del máximo grado de



optimización de los recursos. Aplica de una forma organizada y metódica el dicho popular que propone “no poner todos los huevos en la misma canasta”, por lo que es interesante establecer también esos vínculos entre sabiduría popular y especializada que crean una fórmula efectiva.

### **Marco conceptual**

**Portafolio.** Combinación de las inversiones realizadas por una institución o un individuo creando estrategia de diversificación de la inversión y limitando el riesgo. (**Enciclopedia Financiera, s. f.**)

**Inversión.** Una cantidad de dinero que se pone a disposición de terceros, con la finalidad de que se incremente con las ganancias que genere. (**Glosario Financiero, 2009**)

**Rentabilidad Esperada.** Es el beneficio que un inversor espera obtener de una inversión en un momento determinado. (**La importancia de la diversificación, s. f.**)

**Volatilidad.** Mide la variabilidad de las fluctuaciones de los precios, de las rentabilidades de un activo financiero, de los tipos de interés y, en general, de cualquier activo financiero en el mercado. (**Volatilidad - Definición, qué es y concepto, 2015**)

### **Metodología**

Para realizar la presente guía, se han escogido dos activos financieros pertenecientes a dos de los bancos más importantes de Colombia. Las entidades bancarias objeto del estudio se seleccionaron bajo los criterios de la pertenecía de sus emisiones a la bolsa de valores de Colombia y de su importancia en el marco económico colombiano. Estas entidades son el banco Bancolombia y el banco Davivienda, con sus productos Bancolombia preferencial y Davivienda Preferencial

Los activos financieros y sus emisiones fueron seleccionados en las fechas determinadas del 28 de febrero de 2019, a el 28 de febrero de 2020 con valores diarios.

A continuación, se muestra la tabla de valores de emisiones diarias de los dos activos financieros, así como su porcentaje de rentabilidad. Seguido a la tabla, veremos el procedimiento para el cálculo del Portafolio Eficiente de Markowitz, con la utilización de la Formula de Portafolio Eficiente y formulas estadísticas de varianza y covarianza, en hoja de cálculo Excel.

**Tabla 1. Precio histórico.**

Fecha	VALORES		RENTABILIDAD DIARIA		Portafolio
	Bancolombia	Davivienda	Bancolombia	Davivienda	
28-feb.-19	\$37.120	\$37.740	0,0%	0,4%	0,3%
1-mar.-19	\$37.120	\$37.900	0,3%	1,8%	1,2%
4-mar.-19	\$37.220	\$38.600	1,1%	1,8%	1,5%
5-mar.-19	\$37.640	\$39.300	1,2%	0,5%	0,8%
6-mar.-19	\$38.100	\$39.480	-0,1%	-4,1%	-2,5%
7-mar.-19	\$38.080	\$37.860	-1,7%	-1,7%	-1,7%
8-mar.-19	\$37.440	\$37.200	2,2%	2,7%	2,5%
11-mar.-19	\$38.280	\$38.200	-0,3%	0,3%	0,1%
12-mar.-19	\$38.180	\$38.300	2,7%	1,3%	1,9%
13-mar.-19	\$39.220	\$38.800	1,7%	-1,0%	0,0%
14-mar.-19	\$39.880	\$38.400	-0,5%	-0,5%	-0,5%
15-mar.-19	\$39.700	\$38.200	1,0%	0,8%	0,9%
18-mar.-19	\$40.100	\$38.500	2,2%	-0,5%	0,6%
19-mar.-19	\$41.000	\$38.300	0,7%	0,8%	0,8%
20-mar.-19	\$41.300	\$38.600	2,0%	-2,1%	-0,5%
21-mar.-19	\$42.120	\$37.800	-3,6%	-2,1%	-2,7%
22-mar.-19	\$40.600	\$37.000	0,7%	1,1%	0,9%
26-mar.-19	\$40.900	\$37.400	-2,3%	-0,8%	-1,4%
27-mar.-19	\$39.940	\$37.100	-0,4%	0,8%	0,3%
28-mar.-19	\$39.780	\$37.400	1,6%	0,0%	0,6%
29-mar.-19	\$40.400	\$37.400	-1,7%	1,1%	0,0%
1-abr.-19	\$39.720	\$37.800	1,2%	-0,3%	0,3%
2-abr.-19	\$40.200	\$37.700	1,5%	1,9%	1,7%
3-abr.-19	\$40.800	\$38.420	1,4%	0,3%	0,7%
4-abr.-19	\$41.380	\$38.520	2,5%	1,3%	1,8%

**Fuente:** (Bolsa de Valores de Colombia, 2020)

## Procedimiento en Excel

Una vez escogidos los datos de las acciones de Bancolombia preferencial y Davivienda preferencial, se procede a descargar los datos diarios de la página anteriormente mencionada, del periodo comprendido entre el 28 de febrero de 2019 al 28 de febrero de 2020.

*La tabla 1* presenta los datos descargados, con un total de 246 filas

Enfrente del valor de las columnas que presentan los valores de las acciones, se calcula la **rentabilidad** así =

$$Rentabilidad = \frac{Valor\ Futuro}{Valor\ Pasado} - 1$$

Esto da como resultado dos columnas de valores porcentuales, de cada una de las acciones con título de Rentabilidad Diaria, la cual se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 2. Rentabilidad**

	A	B	C	D	E	F	G
1		Fecha	VALORES		RENTABILIDAD DIARIA		Portafolio
2			Bancolombia	Davivienda	Bancolombia	Davivienda	
3	1	28-feb-19	\$37.120	\$37.740	0,0%	0,4%	0,3%
4	2	1-mar-19	\$37.120	\$37.900	0,3%	1,8%	1,2%
5	3	4-mar-19	\$37.220	\$38.600	1,1%	1,8%	1,5%
6	4	5-mar-19	\$37.640	\$39.300	1,2%	0,5%	0,8%

**Fuente: Bolsa de valores de Colombia (2020).**

Procedemos a calcular la **VARIANZA POBLACIONAL** de cada una de las acciones. La varianza poblacional nos permite conocer la dispersión que representa la variabilidad de una serie de datos respecto a su media.

La fórmula en Excel es: =VAR.P(numero1; numero2...)

La varianza poblacional se escoge sobre la varianza muestral, ya que contamos con todos los datos requeridos para el cálculo, y no con una muestra.

La varianza Bancolombia preferencial = VAR.P(E3:E247)

La varianza Davivienda preferencial = VAR.P(F3:F247)

**Resultados:**

Varianza poblacional Bancolombia = **0.01834%**

Varianza poblacional Davivienda = **0.01415%**

Posterior, continuamos con el cálculo de la **COVARIANZA POBLACIONAL**, esta se emplea para considerar un indicador de variación entre dos o más variables, donde se toma todo el conjunto de datos.

La fórmula en Excel es =COVARIANCE.P(matriz1; matriz2...)

La covarianza poblacional es: =COVARIANCE.P(E3:E247; F3:F247)

Covarianza poblacional de rentabilidad de Bancolombia y Davivienda = **0,0069%**

Seguido de calcular la covarianza, construiremos un modelo donde colocaremos dos celdas que llamaremos **PONDERACIONES**, las cuales se aplican a los activos.

La primera de ellas estará vacía y la segunda estará restándole de un 100%. Estas celdas serán impactadas posteriormente con el complemento **Solver** de Excel

La siguiente tabla muestra cómo está construida la formulación de la ponderación.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1			VALORES		RENTABILIDAD DIARIA			
2		Fecha	Bancolombia	Davivienda	Bancolombia	Davivienda	Portafolio	
3	1	28-feb-19	\$37.120	\$37.740	0,0%	0,4%	=E3*\$C\$256+F3*\$C\$257	
4	2	1-mar-19	\$37.120	\$37.900	0,3%	1,8%	1,8%	
5	3	4-mar-19	\$37.220	\$38.600	1,1%	1,8%	1,8%	
249								
254								
255		PONDERACIONES						
256		Bancolombia preferencia	0,0000%					
257		Davivienda preferencia	100,0000%					
258		Total	100,0000%					

**Tabla 3. Construcción de ponderaciones**

**Fuente: Bolsa de valores de Colombia (2020) y cálculos propios Ruth Mape (2020)**

Luego procedemos a calcular las **RENTABILIDADES DE LAS DOS ACCIONES**, la cual se distingue por la columna **PORTAFOLIO**. La fórmula que se construye multiplicando cada una de las rentabilidades por el ponderado correspondiente de cada acción y sumando estos dos resultados.

La **tabla 3** muestra la construcción de la fórmula

**Tabla 4. Ponderaciones**

254		
255	PONDERACIONES	
256	Bancolombia preferencia	0,0000%
257	Davivienda preferencia	=100%-C256
258	Total	=SUMA(C256:C257)

**Fuente: Ruth Mape (2020).**

Después de construir nuestro modelo de Ponderaciones, el cual modificaremos más adelante, procedemos a calcular la **FÓRMULA DEL PORTAFOLIO EFICIENTE DE MARKOWITZ** para dos productos.

$$(w_1^2 * VAR_1^2) + (w_2^2 * VAR_2^2) + (2 * W_1 * W_2 * COV_{1y2})$$

W1 = Valor de activo o ponderado 1, que para nuestro caso es el valor de Bancolombia

W2 = Valor de activo o ponderado 2, que para nuestro caso es el valor de Davivienda

VAR1 = Es la varianza del producto 1, para nuestro caso Bancolombia

VAR2 = Es la varianza del producto 1, para nuestro caso Davivienda

COV = Covarianza del producto 1 y 2

En la siguiente tabla se ilustra cómo queda la fórmula:

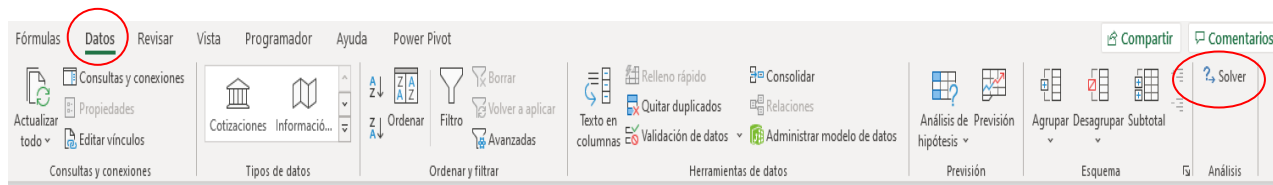
**Tabla 5. Aplicación fórmula de Markowitz**

249			
250	Varianza Rentabilidad Bancolombia	0,0183%	
251	Varianza Rentabilidad Davivienda	0,0142%	
252	Covarianza de los dos productos	0,0069%	
253			
254			
255	<b>PONDERACIONES</b>		
256	Bancolombia preferencial	0,0000%	
257	Davivienda preferencial	100,0000%	
258	<b>Total</b>	<b>100,0000%</b>	
259			
260			
261	Fórmula del portafolio eficiente Marcowitz	=(C256^2*C250)+(C257^2*C251)+(2*C256*C257*C252)	

**Fuente: Ruth Mape (2020).**

**El resultado de la fórmula es 0.0142%**

Posterior al resultado de la fórmula de Markowitz, procedemos a realizar la simulación con el complemento **Solver** de Excel



**Figura 1. Complemento solver en Excel**

**Fuente: Ruth Mape (2020).**

Esta es la simulación donde usaremos el **COMPLEMENTO DE SOLVER** de Excel, para la minimizar la fórmula de Markowitz.

**Figura 2. Simulación en Excel 1**

249		
250	Varianza Rentabilidad Bancolombia	0,0183%
251	Varianza Rentabilidad Davivienda	0,0142%
252	Covarianza de los dos productos	0,0069%
253		
254		
255	<b>PONDERACIONES</b>	
256	Bancolombia preferencial	0,0000%
257	Davivienda preferencial	100,0000%
258	Total	100,0000%
259		
260		
261	Fórmula del portafolio eficiente Markowitz	0,0142%
262		
263		
264		
265		
266		
267		
268		
269		
270		
271		

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para:  Máx  Min  Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Botones: Ayuda, Resolver, Cerrar

**Fuente: Ruth Mape (2020).**

**Pasos para la simulación con Solver:**

1. La celda objetivo, se debe ubicar en “**Establecer objetivo**” en la cual debe ir la celda \$C\$261, la cual contiene la fórmula de Markowitz, esta fórmula se minimiza con la opción “**min**” en la opción “**Para**”
2. El valor que se desconoce se ubica en la celda \$C\$256, la cual está en cero, esta celda debe ubicarse en el sector de “**Cambiando las celdas variables**”

3. El modelo está sujeto a dos restricciones, la primera es que las celdas  $\$C\$256$  y  $\$C\$257$  sean  $< 1$  y mayores que 0. Para esta última restricción debe estar marcada la opción de “Convertir variables sin restricciones en no negativas”

4. Por último, damos clic en el botón **Resolver**.

**Figura 3. Simulación Excel 2.**

	A	B	C	D	E	F	G	H
249								
250		Varianza Rentabilidad Bancolombia	0,0183%					
251		Varianza Rentabilidad Davivienda	0,0142%					
252		Covarianza de los dos productos	0,0069%					
253								
254								
255		<b>PONDERACIONES</b>						
256		Bancolombia preferencial	38,7768%					
257		Davivienda preferencial	61,2232%					
258		Total	100,0000%					
259								
260								
261		Fórmula del portafolio eficiente Markowitz	0,0113%					
262								
263								

**Fuente: Ruth Mape (2020).**

Al finalizar Solver realiza un cambio en las ponderaciones, calculando las participaciones necesarias para realizar la inversión de los dos productos.

A continuación, se muestra la decisión de inversión de portafolio

### **Decisión final de la inversión**

- Se debe invertir en la acción de Bancolombia preferencial el **38.7768%**
- Se debe invertir en la acción de Davivienda preferencial el **61.2232%**
- Con base en la información anterior, **la fórmula de portafolio eficiente de Markowitz**, se **modifica** dando como resultado **0,0113%**



Posterior a encontrar el mínimo de la fórmula de portafolio eficiente de Markowitz, procedemos a calcular el **RIESGO DEL PORTAFOLIO**, el cual es la raíz cuadrada de la fórmula de Markowitz, la cual da como resultado **1.0652%**. Esta raíz cuadrada también se interpreta como la desviación estándar de los valores de portafolio (ver tabla 1). Este valor se considera como un **bajo riesgo**, pues el valor de desviación apenas supera el 1%.

260			
261	Fórmula del portafolio eficiente Marcowitz		0,0113%
262	Riesgo Portafolio	=RAIZ(C261)	
263			

*Fuente: Ruth Mape (2020).*

Posterior al cálculo del riesgo, procedemos a calcular la **RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO** la cual es la SUMA de la columna PORTAFOLIO, el cálculo de los elementos de esta columna está descrito anteriormente.

**Tabla 7. Rentabilidad del portafolio**

	A	B	C	D	E	F	G	
1			VALORES		RENTABILIDAD DIARIA			
2		Fecha	Bancolombia	Davivienda	Bancolombia	Davivienda	Portafolio	
245	243	25-feb-20	\$42.260	\$44.200	0,7%	-0,5%	-0,0%	
246	244	26-feb-20	\$42.540	\$43.980	-0,8%	-3,1%	-2,2%	
247	245	27-feb-20	\$42.180	\$42.600	-0,2%	-1,4%	-1,0%	
248	246	28-feb-20	\$42.080	\$42.000				
249								
259								
260								
261		Fórmula del portafolio eficiente Marcowitz		0,0113%				
262		Riesgo Portafolio		1,0652%				
263		Rentabilidad Portafolio general	=SUMA(G3:G247)					

*Fuente: Ruth Mape (2020).*

Seguido procedemos a realizar la **TABLA DE SENSIBILIDAD**, que nos servirá para realizar la gráfica de frontera eficiente, la debemos construir como aparece en la figura:

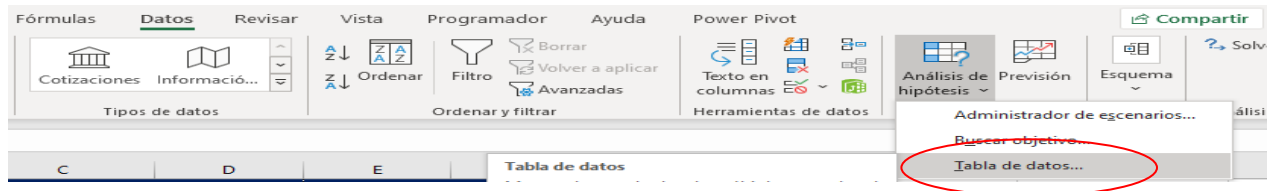
**Figura 4. Tabla sensibilidad 1**

260				
261	Fórmula del portafolio eficiente Markowitz	0,0113%		
262	Riesgo Portafolio	1,0652%		
263	Rentabilidad Portafolio general	13,3547%		
264				
265			<b>Riesgo Portafolio</b>	<b>Rentabilidad Portafolio</b>
266			1,0652%	13,3547%
267		0%		
268		10%		
269		20%		
270		30%		
271		40%		
272		50%		
273		60%		
274		70%		
275		80%		
276		90%		
277		100%		
278				

*Fuente: Ruth Mape (2020).*

Para completar los datos de la tabla de sensibilidad, usamos la herramienta **TABLA DE DATOS** ubicada en el menú Datos, en el icono Análisis de Hipótesis, como se muestra en la **figura 5**.

**Figura 5. Herramienta tabla de datos**

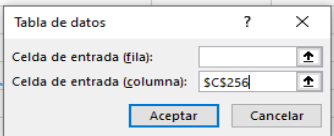


*Fuente: Ruth Mape (2020).*

Con la **tabla de datos seleccionada**, damos clic en la herramienta de tabla de datos y seleccionamos la opción “Celda de entrada (columna)”, en donde asociamos la celda \$C\$256, luego damos aceptar.

**Figura6. Tabla de sensibilidad 2**

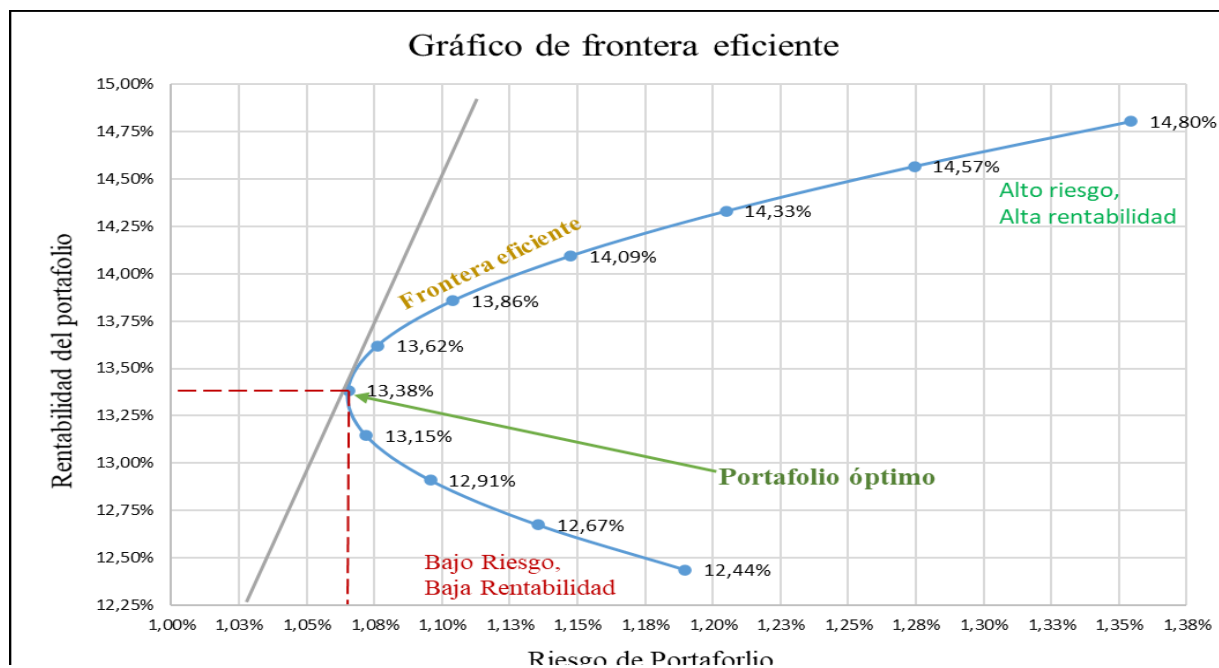
254				
255	<b>PONDERACIONES</b>			
256	Bancolombia preferencial	38,7768%		
257	Davivienda preferencial	61,2232%		
258	<b>Total</b>	<b>100%</b>		
259				
260				
261	Fórmula del portafolio eficiente Markowitz	0,0113%		
262	Riesgo Portafolio	1,0652%		
263	Rentabilidad Portafolio general	13,3547%		
264				
265			<b>Riesgo Portafolio</b>	<b>Rentabilidad Portafolio</b>
266			1,0652%	13,3547%
267		0%	1,19%	12,44%
268		10%	1,14%	12,67%
269		20%	1,10%	12,91%
270		30%	1,07%	13,15%
271		40%	1,07%	13,38%
272		50%	1,08%	13,62%



Fuente: Ruth Mape (2020).

A partir de los datos de la tabla de sensibilidad procederemos a realizar el **GRÁFICO DE FRONTERA EFICIENTE**. Para esto seleccionamos solamente los datos que nos da la tabla de sensibilidad, teniendo en cuenta no seleccionar los elementos porcentuales de la columna (0% a 100%) ni los valores de riesgo y rentabilidad de portafolio que aparecen como rótulos. Procedemos a insertar un **gráfico de dispersión**.

Figura 7. Gráfico de Frontera eficiente



Fuente: Ruth Mape (2020).

Este gráfico es muy importante en el estudio, pues podemos observar varios aspectos. El punto de intersección principal indica que la rentabilidad de las dos empresas aplicando la teoría es de 13,38% (portafolio). Asimismo, vemos que tienen un riesgo de 1,08% (el más bajo) por esto es un punto óptimo. Por el contrario, si en la curva de color azul se pronuncia hacia arriba tendría más rentabilidad, pero aumentaría el riesgo (representado hacia la derecha) y si se pronuncia hacia abajo, tampoco sería favorable porque disminuiría la rentabilidad, a la vez que aumenta el riesgo.

### **Discusión**

La guía pretende servir como herramienta a las personas interesadas en invertir sus recursos en algún emisor de la BVC (empresa que cotiza en la BVC). Una herramienta para conocer cuál es el porcentaje de riesgo, además de la rentabilidad que corre. Asimismo, que aprenda a diversificar su portafolio como lo explica la teoría.

Por otra parte, se debe admitir que la teoría, aunque útil tiene sus limitaciones. Como lo es la imposibilidad de apoyarse totalmente en la proyección de los históricos y su caducidad en el tiempo. Por todo esto, se invita a los lectores a retomar esta guía y avanzar en el tema. No sólo limitándose a esta teoría a la hora de realizar sus inversiones, por las limitaciones que esta posee.

Esta guía no aborda la definición de conceptos principales sobre el mercado de capitales como rendimiento esperado y riesgo, por esto en teoría las personas que la utilicen deben tener interiorizado un nivel básico de conocimientos. Los estudiantes o profesores que requieran seguir los pasos para determinar en cierto grado el futuro de sus inversiones les será un proceso sencillo ya que es uno de los objetivos de esta guía, por otro lado las personas no relacionadas con los conceptos principales pero que cuenten con los recursos para comprar acciones de un emisor en la BVC, puede que en un principio acudan a un comisionista de bolsa ya que tienen la experiencia y el conocimiento para evaluar de forma aproximada los futuros rendimientos.

La teoría interpreta las dos variables descritas anteriormente de un periodo específico, sea un año o dos, por esto no se puede evaluar una empresa por este tiempo ya que como se puede estimar si aplicamos la fórmula de Markowitz este año 2020, debido a la pandemia muchas empresas no crecieron de la misma forma o incluso tuvieron pérdidas significativas esto no representa un factor de evaluación a nivel general ya que en otros periodos obtuvieron rendimientos e incluso sobrepasaron las expectativas. Para solucionar esta hipótesis sugiero verificar los años de funcionamiento de la compañía a la cual se quiere realizar la inversión y abarcar la mayoría de años para evaluar cual ha sido el comportamiento del precio histórico teniendo en cuenta que están en riesgo los recursos del inversionista el tiempo utilizado en la investigación es proporcionado. Este trabajo es relevante e importante para cualquier inversionista porque plantea de forma detallada los pasos que se requieren para aplicar la teoría de Markowitz, desde el momento en el que se descargan los datos de la página de la BVC hasta aplicar formas en Excel y realizar la frontera eficiente. En el diplomado en mercado de capitales realizado en conjunto con la universidad El Bosque me di cuenta la dificultad que existe para determinar el riesgo aplicando esta teoría y considero que esta información debe estar disponible de forma entendible para las personas que quieren invertir y no saben cómo.

### **Conclusiones**

La investigación realizada pudo dar respuesta a los objetivos propuestos. En primer lugar, se describió la teoría de Markowitz como herramienta útil en la creación de portafolios de inversión. En segundo lugar, se identificaron los elementos que pueden influir en el éxito de la aplicación de la teoría que son: las limitaciones para la elaboración de estimaciones, la confianza excesiva en las

proyecciones de los históricos y la aplicación de la misma estrategia por un tiempo prolongado, son elementos a tener en cuenta.

Para el caso propuesto, al aplicar la teoría puedo simular y encontrar que el mínimo riesgo se obtiene invirtiendo el 38,77% de los recursos en Bancolombia PF y el 61,22% en Davivienda PF con un riesgo en este portafolio de 1,0652% y una rentabilidad de 13,3547%. En los mercados de capitales como regla general a mayor riesgo se espera una mayor rentabilidad, por esto, la teoría permite obtener el menor riesgo posible con una rentabilidad mayor diversificando las inversiones de manera que el riesgo de una cartera sea mínimo en comparación al depósito de recursos en los que no se aplique la teoría.

El gráfico de frontera eficiente de forma ilustrativa recomienda el punto óptimo del portafolio situándose entre la relación bajo riesgo-baja rentabilidad y alto riesgo-alta rentabilidad mencionado anteriormente, permitiendo el retorno esperado de acuerdo a las variables tomadas.

Finalmente, se recomienda, de igual manera, ampliar la perspectiva referencial con el fin de enriquecer la estrategia que se elabore, es decir, realizar un análisis técnico y fundamental de los emisores de acciones en los que se quiere invertir para obtener una información completa y tomar la mejor decisión de inversión.

Existen artículos que explican la teoría y los pasos que se deben tener en cuenta junto con las fórmulas para aplicarla, se relatan ventajas, desventajas y explicaciones sobre contenidos técnicos, pero el lenguaje usado es complejo ya que se requiere un alto nivel de comprensión en matemáticas financieras y mercado de capitales para realizar estos procedimientos, además no se explica desde el punto 0 que es descargar el precio histórico y la página por eso considero que estos artículos están creados para asesores especializados y no para el consumidor final que requiere la información de forma sencilla, esta propuesta surgió de la curiosidad que me surgió al querer por

cuenta propia estudiar la teoría después de ser explicada en la clase del diplomado debido a los beneficios que considero surgen de la aplicación de la misma, la investigación me resultó difícil ya que si bien existen los pasos no considero sea una información que se deba presentar en ese grado de complejidad después de entenderla y aplicarla, ya que resulta sencilla la explicación al público.

## Referencias

- Bolsa de Valores de Colombia*. (2020).  
<https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Accionistas/AccionBVC?action=dummy>
- Enciclopedia Financiera*. (s. f.). Recuperado 26 de noviembre de 2020, de  
<http://www.encyclopediainanciera.com/gestioncarteras/portafolio.html>
- Franco-Arbeláez, Luis. C., Avendaño-Rúa, C. T., & Barbutín-Díaz, H. (2011). *Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimización de Portafolios de Inversión*. Scielo.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-77992011000100005&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992011000100005&lng=en&tlng=es).
- Glosario Financiero*. (2009, septiembre 3). BBC News Mundo.  
[https://www.bbc.com/mundo/economia/2009/09/090903\\_crisis\\_financiera\\_glosario\\_mes](https://www.bbc.com/mundo/economia/2009/09/090903_crisis_financiera_glosario_mes)
- Harry Markowitz | Policonomics. (s. f.). *POLICONOMICS, Economics made simple*.  
Recuperado 26 de noviembre de 2020, de <https://policonomics.com/es/harry-markowitz/>
- La importancia de la diversificación*. (s. f.). 14.
- Martínez C, H. R., & Perozo S, B. J. (2010). Sistema de información gerencial para la optimización de portafolios de inversión. *Revista Venezolana de Gerencia*, 15(50), 253-272.
- Medina, L. Á. (2003). APLICACIÓN DE LA TEORÍA DEL PORTAFOLIO EN EL MERCADO ACCIONARIO COLOMBIANO. *Scielo*.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-47722003000200007&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-47722003000200007&lng=en&tlng=es).
- Moreno, R., & Simón, C. (2010). La teoría moderna de portafolio: Un ensayo sobre sus formulaciones originales y sus repercusiones contemporáneas. *ODEON (Bogotá)*, 5, 103-118.
- Paola, D. O. A., Yohana, P. G. K., & Lizeth, S. A. J. (2017). *ANÁLISIS DE RENTABILIDAD Y RIESGO DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN, APLICANDO EL MODELO DE HARRY MARKOWITZ*. 30.
- Volatilidad—Definición, qué es y concepto*. (2015, julio 8). Economipedia.  
<https://economipedia.com/definiciones/volatilidad.html>