

# **Análisis de escenarios, sensibilidad y simulaciones de variables en los costos de un proyecto de construcción.**

Sandra Santamaria, Jorge Ramirez & Chirstian Marín.  
Junio 2019.

Universidad Católica de Colombia.  
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.  
Especialización en Administración Financiera.





## Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)**  
Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra  
hacer obras derivadas

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

**Tabla de Contenidos.**

Resumen.....	1
Palabras Clave.....	2
Introducción.....	4
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
Marco de referencia.....	7
Metodología y presentación de los resultados.....	8
Discusión de los resultados.....	13
Conclusiones.....	20
Referencias.....	22

**Lista de tablas.**

Tabla 1. Escenarios alternativos del proyecto.....	9
Tabla 2. Escenarios alternativos precio apartamento tipo A.....	10
Tabla 3. Análisis de sensibilidad de la utilidad neta.....	11
Tabla 4. Distribución normal de las variables aleatorias.....	12
Tabla 5. Escenarios alternativos del estado de resultados.....	13
Tabla 6. Escenarios posibles del estado de resultados.....	14
Tabla 7. Escenarios combinados del estado de resultados.....	15
Tabla 8. Número mínimo de simulaciones aceptable.....	16
Tabla 9. Resultados de la simulación para el precio de los ladrillos.....	17
Tabla 10. Resultados de la simulación para el precio de las varillas.....	18
Tabla 11. Resultados de la simulación para el precio del cemento y del piso laminado.....	18

**Lista de figuras.**

Figura 1. Influencia de las variables en la utilidad neta.....	17
Figura 2. Comportamiento en la utilidad neta en las simulaciones. ....	19

### **Resumen.**

Ciertamente cada vez son más las herramientas con las que se disponen para tratar de entender un poco mejor el comportamiento de las compañías con el único fin de predecir su desempeño y resultados de la manera más precisa posible; el presente documento plantea una serie de planteamientos a través de modelos y análisis de probabilidad aplicadas a un proyecto de construcción desde el comportamiento de los costos principalmente, con el fin de ampliar el campo de visión para la toma de decisiones de quienes en dicho proyecto están involucrados.

### **Abstract**

Certainly there are more and more tools available to try to understand a little better the behavior of companies for the sole purpose of predicting their performance and results as accurately as possible; the present document proposes a series of approaches through models and probability analysis applied to a construction project from the behavior of costs mainly, in order to broaden the field of vision for decision making of those who in said project are involved.

### **Palabras Clave.**

**Escenarios:** Intentos de describir con cierto detalle una secuencia hipotética de hechos que puede conducir a una situación futura plausible. (Kahn & J. Weiner, 1967)

**Variable:** Una Variable es un objeto con cierta identidad, pero el medio que lo rodea lo obliga a variar en torno a las condiciones que se presentan

**Probabilidad:** Cálculo Matemático que evalúa las posibilidades de que existen de que algo suceda al azar. (Molina, 2019)

**Modelo probabilístico:** Representación Matemática deducida de un conjunto de supuestos con el fin de analizar los resultados de un experimento aleatorio y predecir su comportamiento en el futuro. (Suarez Cifuentes, 2002)

**Análisis de Sensibilidad:** Estimaciones cuantificables sujetas a cambios de una variable de Entrada y salida para hallar un resultado.

**Modelos Financieros:** sirven como herramienta financiera para analizar cómo influyen ciertas variables en la situación de la empresa y el riesgo al que está expuesta la empresa, generalmente se trabaja en hojas de cálculo de Excel.

**Simulaciones:** Es una técnica numérica que se utiliza, a partir de un modelo lógico-matemático que describe el comportamiento de los componentes del sistema y su interacción en el tiempo.

**Riesgo Económico:** Hace referencia a la incertidumbre producida en el rendimiento de la inversión debida a los cambios producidos en la situación económica del sector en el que opera la empresa.

**Escenarios:** intentos de describir con cierto detalle una secuencia hipotética de hechos que puede conducir a una situación futura plausible. (Kahn & J. Weiner, 1967)

**Coefficiente de determinación:** Determina la calidad del modelo y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse por el modelo.

**Desviación estándar:** Determina la variabilidad de una población.

**Correlación Estadística:** Indica la proporcionalidad y la relación lineal entre dos o más variables.

## **Introducción.**

El presente trabajo pretende mostrar de manera simple una de las tantas situaciones a las que se enfrentan las compañías hoy en día donde la incertidumbre es cada vez mayor, y donde una infinidad de variables interactúan entre sí y con otros aspectos, afectando de manera positiva o negativa el día a día de las compañías.

Es por esto, por lo que decidimos analizar un caso real de una compañía del sector de la construcción en la ciudad de Bogotá, que está en la fase de estudio para la construcción de un proyecto de vivienda, y donde analizaremos de diferentes formas como algunas variables nos llevan a diferentes caminos, los cuales pueden dar una idea de lo que se espera alcanzar con este proyecto.

Hay una cantidad ilimitada de variables que pueden influir en diferentes tiempos y recursos la ejecución del proyecto, por lo tanto, hemos seleccionado las variables más representativas, puesto que nuestra intención es hacer un análisis más de tipo cuantitativo, por lo consiguiente las variables están analizadas de forma numérica.

Aclaremos que los resultados acá presentados, y como la teoría lo define, pueden o no acercarse a la realidad, sin embargo, logramos sintetizar y analizar las variables de la manera más precisa con información suficiente y veraz.

Con el análisis de diferentes variables elementales en los modelos financieros son una alternativa ágil y práctica para los inversionistas, en la actualidad se buscan mecanismos a través de herramientas financieras que permitan optimizar el tiempo en la toma de decisiones en una empresa, por esto la adecuada lectura e interpretación de datos permitirá en este estudio comprender de una manera fácil cuáles son las variables

determinantes (HORNE, 1997), que inciden en los principales datos en los que los inversionistas se podrían enfocar dependiendo su necesidad.

El tiempo y el volumen de información presentado en los modelos financieros puede llegar a ser muy dispendioso si no se realizan los filtros necesarios para enfocar toda la atención en datos puntuales.

### **Objetivo general**

1. Presentar una herramienta de análisis a los inversionistas de la compañía, que permita facilitar la toma de decisiones sobre las variables cuantitativas analizadas.

### **Objetivos específicos.**

1. Determinar el grado de sensibilidad de los costos de las materias primas y precios de venta de un proyecto de vivienda en la ciudad de Bogotá para la toma de decisiones por parte de los inversionistas.
2. Utilizar modelos financieros como análisis de escenarios, sensibilidad y simulación para analizar diferentes variables y poder cuantificar e interpretar como las variaciones de estas afectan la utilidad neta.
3. Con los resultados obtenidos enfocar las decisiones de inversión en el proyecto de vivienda en la ciudad de Bogotá.

### **Marco de referencia.**

El análisis de escenarios, el análisis de sensibilidad y las simulaciones son herramientas muy importantes, que permiten la flexibilidad para adaptarse a diversas situaciones y plantear posibilidades que se puedan presentar en el futuro, sin la necesidad de atribuir probabilidad a estas alternativas, entendiéndose que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia.

Este proceso incluye al análisis de información cuantitativa y cualitativa que a través de argumentos muestran como interactúan ciertos elementos en el ambiente sobre el cual se toman las decisiones, los valores que pueden asumir las variables, así como sus interacción con los demás elementos analizados, conllevan a varios contextos posibles a realizarse en un futuro real, sin embargo esto no implica ni tiene como objetivo definir cuál de ellos refleja mejor el futuro, sino que nos permite trabajar con todos a la vez, y de una u otra forma tomar las decisiones sobre las mismas variables o sobre los resultados que estas tengan al combinarse en el futuro.

## **Metodología y presentación de los resultados.**

### **Análisis de escenarios**

Los precios de la materia prima, al ser determinantes directo de los costos, y por lo tanto de los precios del producto, de las ventas, las utilidades y resultados de la compañía, son variables de las que se puede sacar una gran ventaja al momento de tomar las decisiones de compra de estas.

En el presenta trabajo analizaremos como los precios de las principales materias primas relacionadas con el producto, interactúan con el resto de las variables mostrando diferentes alternativas para los inversionistas.

Para el primer análisis tenemos los siguientes escenarios:

**Escenario 1:** Para este caso las condiciones de los precios y características del proyecto son las establecidas inicialmente al momento de plantear la inversión.

**Escenario 2:** Dentro de las cotizaciones de las materias primas y las negociaciones, existe la posibilidad de conseguir un mejor precio de cemento con el proveedor sin embargo la máxima cantidad que el proveedor ofrece (20.000 kg) para mantener el precio no es suficiente para ejecutar lo planteado en el escenario 1 (25.026 kg), lo que implicaría reducir la cantidad de unidades a vender de tipo C que son las más económicas, para tratar de afectar los menos posible la utilidad, esto también implicaría una reducción en los gastos y costos relacionados con la cantidad de inmuebles a producir y una contratación de personal un poco más baja.

**Escenario 3:** Se basa en la posibilidad de modificar el diseño de los inmuebles del proyecto, con el fin de generar un ahorro del 3% en la cantidad de cemento a utilizar

en cada apartamento, aunque la modificación del diseño implicaría cambiar la distribución de los apartamentos por tipo, afectando las ventas totales, pero necesitando dos obreros menos para llevar a cabo la construcción.

De esta forma las variables sujetas a cambio en los tres escenarios son las siguientes:

*Tabla 1.* Escenarios alternativos del proyecto.

<b>ESCENARIOS ALTERNATIVOS DEL PROYECTO</b>			
<b>Variable</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>
<b>Cant Apto Tipo A</b>	10	10	8
<b>Cant Apto Tipo B</b>	25	25	15
<b>Cant Apto Tipo C</b>	38	21	50
<b>Cant cemento Apto A</b>	450	450	437
<b>Cant cemento Apto B</b>	362	362	351
<b>Cant cemento Apto C</b>	302	302	293
<b>Precio Cemento</b>	1.875	1.750	1.875
<b>Obreros</b>	63	55	61
<b>Servicios Públicos</b>	35.000.000	30.000.000	35.000.000
<b>Gastos Generales</b>	310.000.000	280.000.000	310.000.000
<b>Personal Ventas</b>	88.000.000	76.000.000	88.000.000
<b>Comisión Venta</b>	135.000.000	121.000.000	135.000.000

Para el segundo análisis planteamos unos escenarios más sencillos teniendo en cuenta otra variable la cual es precio de venta del apartamento tipo A, ya que estos inmuebles son los de mayor precio y que por condiciones de mercado los precios pueden ser más inestables, ya que los otros tipos de apartamento son más genéricos. Estos escenarios serán el normal, con las condiciones inicialmente planteadas, y el pesimista y optimista con los siguientes cambios:

Tabla 2. Escenarios alternativos precio apartamento tipo A.

<b>ESCENARIOS ALTERNATIVOS DEL PROYECTO</b>			
<b>Variable</b>	Normal	Optimista	Pesimista
<b>Precio de Venta Apto Tipo A</b>	245.000.000	260.000.000	235.000.000

### **Análisis de sensibilidad.**

Las técnicas que se utilizaran para entender estos análisis son el análisis de sensibilidad permite encontrar el grado de sensibilidad de variables determinantes para la compañía (LAERENGE, 2000), siempre tendrá datos relevantes de entrada y de salida por ejemplo en este caso analizaremos:

- ✓ Cantidad Vendida de Apartamento tipo (C) como uno de los indicadores de mayor relevancia en la rentabilidad.
- ✓ Precio de Venta Apartamento (C) para entender por qué tiene un impacto considerable este indicador y es una variable a tener en cuenta.
- ✓ Precio de Materia Prima Ladrillos para apartamentos tipo A, B, C como materia prima constante en la ejecución del proyecto de construcción.

Tabla 3. Análisis de sensibilidad de la utilidad neta.

Variación porcentual de la variable independiente		3.5%			
VARIACIONES PORCENTUALES APLICADAS					
	-1	0	+1	Variación porcentual del resultado	Grado de Sensibilidad
<b>Cantidad vendida Apto A</b> 3,771,197,644	10 3,716,904,566	10 3,771,197,644	10 3,825,490,721	<b>1.4%</b>	<b>0.41</b>
<b>Cantidad vendida Apto B</b> 3,771,197,644	24 3,678,960,341	25 3,771,197,644	26 3,863,434,947	<b>2.4%</b>	<b>0.70</b>
<b>Cantidad vendida Apto C</b> 3,771,197,644	37 3,666,363,351	38 3,771,197,644	39 3,876,031,937	<b>2.8%</b>	<b>0.79</b>
<b>Precio Apto A</b> 3,771,197,644	236,425,000 3,715,460,144	245,000,000 3,771,197,644	253,575,000 3,826,935,144	<b>1.5%</b>	<b>0.42</b>
<b>Precio Apto B</b> 3,771,197,644	161,155,000 3,676,216,394	167,000,000 3,771,197,644	172,845,000 3,866,178,894	<b>2.5%</b>	<b>0.72</b>
<b>Precio Apto C</b> 3,771,197,644	120,625,000 3,663,135,144	125,000,000 3,771,197,644	129,375,000 3,879,260,144	<b>2.9%</b>	<b>0.82</b>
<b>Precio Cemento</b> 3,771,197,644	1,809 3,772,265,159	1,875 3,771,197,644	1,941 3,770,130,129	<b>(0.0%)</b>	<b>(0.01)</b>
<b>Precio Ladrillos</b> 3,771,197,644	463 3,773,780,180	480 3,771,197,644	497 3,768,615,108	<b>(0.1%)</b>	<b>(0.02)</b>
<b>Precio Varillas</b> 3,771,197,644	2,443 3,772,816,864	2,532 3,771,197,644	2,621 3,769,578,424	<b>(0.0%)</b>	<b>(0.01)</b>
<b>Precio Piso Laminado</b> 3,771,197,644	23,913 3,773,344,949	24,780 3,771,197,644	25,647 3,769,050,339	<b>(0.1%)</b>	<b>(0.02)</b>

### Simulaciones.

Determinando unas variables aleatorias, que en este caso son los costos de las materias primas del proyecto, y aplicando una distribución uniforme en los precios de las materias primas, determinamos los rangos donde los precios de las variables se puedan ubicar, para luego generar el cálculo de la cantidad de simulaciones o posibles escenarios y así definir el impacto de las variables en la utilidad neta del proyecto.

Tabla 4. Distribución normal de las variables aleatorias.

<b>DISTRIBUCIÓN NORMAL</b>	
Cemento (Kg)	
Promedio	1,500
Desviación estándar	450
<b>Valor Posible</b>	<b>2,414</b>
Ladrillos (Unidad)	
Promedio	600
Desviación estándar	125
<b>Valor Posible</b>	<b>557</b>
Varilla (Mts)	
Promedio	3,700
Desviación estándar	850
<b>Valor Posible</b>	<b>3,007</b>
Piso laminado (Mts)	
Promedio	45,000
Desviación estándar	1,350
<b>Valor Posible</b>	<b>46,588</b>

### Discusión de los resultados.

#### Análisis de escenarios.

En el primer análisis, evidenciamos tres escenarios donde algunas de las variables se modificaban, dando lugar a diferentes resultados, los cuales se pueden apreciar de mejor forma en el estado de resultados del proyecto:

Tabla 5. Escenarios alternativos del estado de resultados.

<b>ESTADO DE RESULTADOS</b>			
	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>
<b>VENTAS</b>	<b>11.375.000.000</b>	<b>9.250.000.000</b>	<b>10.715.000.000</b>
Materias primas	326.003.370	260.035.640	308.522.085
Mano de obra	1.294.154.101	1.174.110.406	1.264.143.177
Costos indirectos de fabricación	35.000.000	30.000.000	35.000.000
Otros costos	1.850.000.000	1.850.000.000	1.850.000.000
<b>COSTO DE VENTAS</b>	<b>3.470.157.471</b>	<b>3.284.146.046</b>	<b>3.422.665.262</b>
<b>UTILIDAD BRUTA EN VENTAS</b>	<b>7.904.842.529</b>	<b>5.965.853.954</b>	<b>7.292.334.738</b>
Personal administración	120.000.000	120.000.000	120.000.000
Personal ventas	88.000.000	76.000.000	88.000.000
Comisiones ventas	135.000.000	121.000.000	135.000.000
Gastos generales	310.000.000	280.000.000	310.000.000
<b>TOTAL GASTOS DE ADMÓN. Y VENTAS</b>	<b>653.000.000</b>	<b>597.000.000</b>	<b>653.000.000</b>
<b>UTILIDAD OPERATIVA</b>	<b>7.251.842.529</b>	<b>5.368.853.954</b>	<b>6.639.334.738</b>
Gastos financieros	1.450.000.000	1.450.000.000	1.450.000.000
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b>5.801.842.529</b>	<b>3.918.853.954</b>	<b>5.189.334.738</b>
<b>PROVISIÓN IMPUESTOS</b>	<b>2.030.644.885</b>	<b>1.371.598.884</b>	<b>1.816.267.158</b>
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>3.771.197.644</b>	<b>2.547.255.070</b>	<b>3.373.067.580</b>

Se Evidencia que a pesar de lograr un precio más barato en los materiales y por lo tanto unos costos más reducidos, no compensan la utilidad que se obtiene si se mantuvieran las condiciones iniciales; por otro lado, la opción de cambiar el diseño genera resultados similares, aunque un poco más bajos que la primera opción.

Con estas alternativas expuesta de esta forma, es más fácil para la junta directiva evaluar estas y otras variables que tengan influencia en lo que se espera obtener.

En el caso del segundo análisis, realizando un análisis de escenarios más sencillos tomando solo una variable, se evidencian otros resultados:

*Tabla 6.* Escenarios posibles del estado de resultados.

<b>ESTADO DE RESULTADOS</b>			
	<b>Normal</b>	<b>Optimista</b>	<b>Pesimista</b>
<b>VENTAS</b>	11.375.000.000	11.525.000.000	11.275.000.000
<b>COSTO DE VENTAS</b>	3.470.157.471	3.470.157.471	3.470.157.471
<b>UTILIDAD BRUTA EN VENTAS</b>	7.904.842.529	8.054.842.529	7.804.842.529
<b>TOTAL GASTOS DE ADMÓN. Y VENTAS</b>	653.000.000	653.000.000	653.000.000
<b>UTILIDAD OPERATIVA</b>	7.251.842.529	7.401.842.529	7.151.842.529
<b>Gastos financieros</b>	1.450.000.000	1.450.000.000	1.450.000.000
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	5.801.842.529	5.951.842.529	5.701.842.529
<b>PROVISIÓN IMPUESTOS</b>	2.030.644.885	2.083.144.885	1.995.644.885
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>3.771.197.644</b>	<b>3.868.697.644</b>	<b>3.706.197.644</b>

Evidentemente el reducir el modificar el tipo de apartamento A tiene un impacto, aunque muy poco significativo en las utilidades de la compañía, con base a esto se puede determinar hasta donde se pueden mover los inversionistas con estos precios sin que esto afecta por un lado sus márgenes de rentabilidad, y por otro lado su imagen y relación con los clientes.

### **Combinación de Escenarios**

Si se desea tener un mayor campo de análisis, podemos recurrir a la combinación de escenarios, donde cada uno de los escenarios del primer análisis se combina con cada escenario del segundo generando no seis sino nueve resultados diferentes que nos pueden mostrar opciones a escoger para los resultados que queremos lograr.

Como los resultados muestran tanta información, solo tomaremos los resultados más relevantes, que tienen que ver con la totalización de costos, ingresos y utilidades.

Tabla 7. Escenarios combinados del estado de resultados.

<b>CIFRAS DE RESULTADO PROYECTADAS</b>									
	Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3		
	Norm	Optim	Pesim	Norm	Optim	Pesim	Norm	Optim	Pesim
<b>Ventas</b>	11.375	11.525	11.275	9.250	9.400	9.150	10.715	10.835	10.635
<b>Costo De Ventas</b>	3.470	3.470	3.470	3.284	3.284	3.284	3.423	3.423	3.423
<b>Utilidad Bruta</b>	7.905	8.055	7.805	5.966	6.116	5.866	7.292	7.412	7.212
<b>Gastos admón. - ventas</b>	653	653	653	597	597	597	653	653	653
<b>Utilidad Operativa</b>	7.252	7.402	7.152	5.369	5.519	5.269	6.639	6.759	6.559
<b>Utilidad antes de Imp</b>	5.802	5.952	5.702	3.919	4.069	3.819	5.189	5.309	5.109
<b>Provisión Impuestos</b>	2.031	2.083	1.996	1.372	1.424	1.337	1.816	1.858	1.788
<b>Utilidad Neta</b>	3.771	3.869	3.706	2.547	2.645	2.482	3.373	3.451	3.321

### **Análisis de sensibilidad.**

En el análisis de sensibilidad puntual de la utilidad neta observamos que el grado de sensibilidad en la Cantidad vendida de Apartamentos (tipo C) de 36.67 unidades, a 38 unidades, a 39 unidades la utilidad neta aumenta en un 2.8 %.

Al calcular el grado de sensibilidad ( $2.8\% / 3$ ) se obtiene el resultado de 0.79 % que quiere decir que por cada punto porcentual que incremente la cantidad vendida de Apartamentos (tipo C) se lograra un aumento en la utilidad neta del 0.79%.

De igual manera al analizar la variable Precio de Venta Apartamento tipo C de 120.625.000 millones, a 125.000 millones, 129.375.000 millones la utilidad neta aumenta un 2.9%.

Al calcular el grado de sensibilidad de (2.9% /3) se obtiene el resultado de 0.82% que quiere decir que por cada punto porcentual que incremente el precio de venta de Apartamento tipo C se lograra un aumento en la utilidad neta del 0.82 %.

Con el análisis de Precio de Materia Prima Ladrillos para apartamentos tipo A, B, C de \$463 por unidad de ladrillo a \$480 c/u a \$497 c/u. La utilidad neta aumenta el 0.1%.

Al calcular el grado de sensibilidad de (0.1 % /3) se obtiene el resultado de 0.02% que quiere decir que por cada punto porcentual que disminuya el precio de Materia Prima Ladrillos en la construcción de cualquier tipo de apartamento A, B, C, se lograra un aumento en la utilidad neta del 0.02 %.

### **Simulaciones.**

Aplicando un modelo probabilístico mediante una simulación de Montecarlo y aplicando un nivel de confianza 99%, determinamos que con un mínimo de 1.077 simulaciones o posibles escenarios podríamos predecir el impacto de las 4 variables en la utilidad neta.

*Tabla 8.* Número mínimo de simulaciones aceptable.

<b>NÚMERO MÍNIMO DE SIMULACIONES ACEPTABLE</b>	
Nivel de confianza	99.00%
Z	2.33
Desviación muestra – s	0.70%
Error absoluto aceptado - d	0.50%
<b># mínimo de simulaciones</b>	<b>1.076</b>

En los resultados arrojados en la simulación nos muestra que solo dos de las variables aleatorias tiene un coeficiente de determinación bajo-medio con respecto a la utilidad.

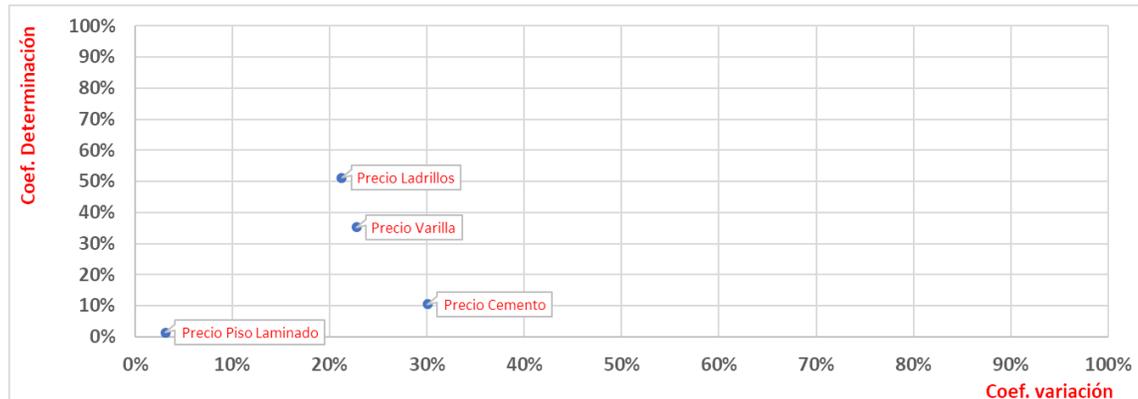


Figura 1. Influencia de las variables en la utilidad neta.

El precio de los ladrillos es la variable más representativa, con un promedio en el precio de \$592 que se mueve entre un mínimo de \$153.03 y un máximo de \$994.55, dándonos un coeficiente de determinación del 51.2%.

Tabla 9. Resultados de la simulación para el precio de los ladrillos.

	Precio Ladrillos
Promedio	592
Desviación estándar	126
Coeficiente de variación	21.2%
Mínimo	153.03
Máximo	994.55
Correlación	-0.72
<b>Coeficiente de determinación (<math>R^2</math>)</b>	<b>51.2%</b>

Nuestra segunda variable más importante es el precio de las varillas, con un promedio en el precio de \$3,741 que se mueve entre un mínimo de \$700.43 y un máximo de \$6,109.89, dándonos un coeficiente de determinación del 35.2%.

Tabla 10. Resultados de la simulación para el precio de las varillas.

	Precio Varillas
Promedio	3,741
Desviación estándar	851
Coefficiente de variación	22.7%
Mínimo	700.43
Máximo	6,109.89
Correlación	-0.59
<b>Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>)</b>	<b>35.2%</b>

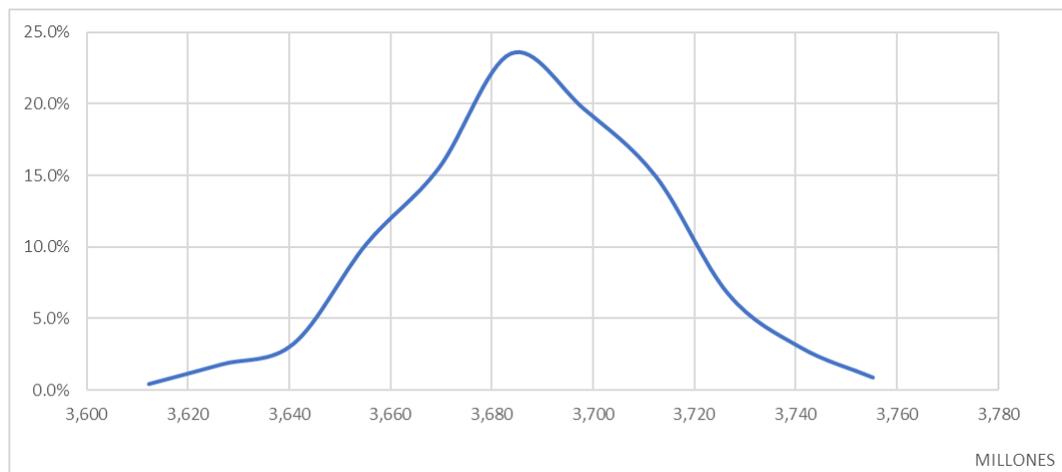
Las variables como el precio del cemento y el precio del piso laminado no resultaron ser significativas en nuestro modelo, con un coeficiente de determinación del 10.5% y del 1.4% respectivamente. Aun así, es importante tener seguimiento a la variable del precio del cemento.

Tabla 11. Resultados de la simulación para el precio del cemento y del piso laminado.

	Precio Cemento	Precio Piso Laminado
Promedio	1,472	45,008
Desviación estándar	442	1,402
Coefficiente de variación	30.1%	3.1%
Mínimo	242.74	40,238.80
Máximo	2,737.90	49,140.12
Correlación	-0.32	-0.12
<b>Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>)</b>	<b>10.5%</b>	<b>1.4%</b>

Bajo el modelo simulado y con los datos anteriores mencionados podemos determinar que nuestra utilidad neta se moverá en un mínimo de \$3,612,000,000 con una posibilidad del 0,5% de que se ubique en esta zona, y un máximo en la utilidad neta de \$3,755,000,000 con una posibilidad de 0.9 puntos porcentuales.

La mayor posibilidad que tiene la empresa para el proyecto es de 23.4 puntos porcentuales que su utilidad que se situara en \$3,683,808,326.



*Figura 2.* Comportamiento en la utilidad neta en las simulaciones.

### **Conclusiones.**

1. El análisis de escenarios es una herramienta que facilita la toma de decisiones en tanto que refleja la interacción de las tantas variables que se tienen en cuenta al momento de inicializar cualquier tipo de proyecto o de inversión.

2. Es importante tener en cuenta que entre las variables se puedan analizar dentro de un proyecto de inversión, es más amplio el horizonte que se tiene para estudiar, esto puede permitir que el riesgo de mitigue de una u otro forma.

3. Al realizar cualquier tipo de análisis, es importante analizar solo las variables más representativas y no solo las que tengan información más asequible, de esta forma mostrar resultados o estados que se acerquen a la realidad.

4. El análisis de sensibilidad plantea posibles escenarios, donde el estudio de diferentes variables de entrada y salida presentan variaciones en la utilidad, permite comprender en este proyecto de construcción que el producto cantidad vendida de Apartamentos tipo C, junto con el precio de venta apartamento tipo C, son dos de las variables que tiene mayor impacto y donde los inversionistas pueden centrar su atención para tener resultados más favorables en la utilidad.

5. Este análisis se hace sobre rangos comparativos con franjas de datos muy pequeños, basados en un dato central (Punto inicial "0" y los dos escenarios -1 y +1) en simulaciones adaptables (SERNA, 1981), a consideración de las inquietudes de los inversionistas o a posibles cambios en el entorno que tengan directamente relación con la compañía y el desarrollo del proyecto.

6. Aunque las variables puedan parecer tener importancia en la utilidad neta del proyecto, necesitan tener variaciones muy altas para que sean significativas y afecten de gran manera la utilidad neta.

## Referencias.

- ALFREDO, G. (28 de Septiembre de 1965). *LOS ESTADOS FINANCIEROS Y SU ANALISI*. MÉXICO. Obtenido de Grupo de Estudios en seguridad internacional:  
<http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/la-t%C3%A9cnica-de-construcci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-escenarios-en-los-estudios-de-seguridad-y-defensa>
- Bernstein, S., Lebow, R. N., Gross Stein, J., & Weber, S. (2000). God Gave Physics the Easy Problems: Adapting Social Science to an Unpredictable World. *European Journal of International Relati*, Vol. 6, No 1, pp. 46-76.
- Carmona, J. G. (2019). *Modelaje y simulación financiera*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá.
- ELVIRA, B. L. (2002, Septiembre 28). La Técnica de constucción y análisis de escenarios en los estudios de seguridad y defensa. In C. MANAGEMENT. BARCELONA. Retrieved from Grupo de Estudios en seguridad internacional:  
<http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/la-t%C3%A9cnica-de-construcci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-escenarios-en-los-estudios-de-seguridad-y-defensa>
- George E. Box, J. S. (2008). Estadística para Investigadores. In *Estadística para Investigadores - Diseño, innovación y descubrimiento*. EDITORIAL REVERTÉ, S. A.
- Godet, M., & Durance, P. (2009). *a prospectiva estratégica para las empresas y los territorios*. Paris: Cuaderno Lipsor, No 10.
- HELFERT, E. A. (2000, Septiembre 28). *TECHNIQUES OF FINANCIAL ANALYSIS*. BOSTON , BOGOTA: MC GRAW-HILL . Retrieved from Grupo de Estudios en seguridad internacional: <http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/la-t%C3%A9cnica-de-construcci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-escenarios-en-los-estudios-de-seguridad-y-defensa>
- HORNE, J. C. (1997, Septiembre 28). *ADMINISTRACION FINACIERA*. MÉXICO: PEARSON EDUCACION. Retrieved from Grupo de Estudios en seguridad internacional:  
<http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/la-t%C3%A9cnica-de-construcci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-escenarios-en-los-estudios-de-seguridad-y-defensa>
- Jordan, J. (2016, Septiembre 28). *La Técnica de constucción y análisis de escenarios en los estudios de seguridad y defensa*. Retrieved from Grupo de Estudios en seguridad internacional: <http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/la-t%C3%A9cnica-de-construcci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-escenarios-en-los-estudios-de-seguridad-y-defensa>

- Kahn, H., & J. Weiner, A. (1967). *The Year 2000: A Framework for Speculation of the Next Thirty-Three Years*. New York: The Hudson Institute.
- KENNEDY, R. D. (1987, Septiembre 28). La Técnica de construcción y análisis de escenarios en los estudios de seguridad y defensa. In *FINANCIAL MANAGEMENT*. Retrieved from Grupo de Estudios en seguridad internacional:  
<http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/la-t%C3%A9cnica-de-construcci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-escenarios-en-los-estudios-de-seguridad-y-defensa>
- Khan, S. (2016). *khan academy*. Retrieved from es.khanacademy.org:  
<https://es.khanacademy.org/math/statistics-probability/describing-relationships-quantitative-data/assessing-the-fit-in-least-squares-regression/v/r-squared-or-coefficient-of-determination>
- LAERENGE, G. (2000, Septiembre 28). PRINCIPLES OF MANAGERIAL FINANCE. In ADDISON-Wesley. Retrieved from Grupo de Estudios en seguridad internacional:  
<http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/la-t%C3%A9cnica-de-construcci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-escenarios-en-los-estudios-de-seguridad-y-defensa>
- Molina, S. (2019, Febrero 26). *Probabilidad: ¿qué es y cómo la utilizamos?* Retrieved from Smartick: <https://www.smartick.es/blog/matematicas/probabilidad-y-estadistica/probabilidad-que-es/>
- Rosangela M. Vanalle, W. C. (2012). *Scielo*. Retrieved from scielo.conicyt.cl:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642012000400005](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000400005)
- SERNA, O. L. (1981, Septiembre 28). ADMINISTRACION FINANCIERA. In O. L. SERNA. Retrieved from Grupo de Estudios en seguridad internacional:  
<http://www.seguridadinternacional.es/?q=es/content/la-t%C3%A9cnica-de-construcci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-escenarios-en-los-estudios-de-seguridad-y-defensa>
- Suarez Cifuentes, J. F. (2002). *Introducción a la teoría de probabilidad*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- Vieira, L. F. (1999). *El Metodo de Escenarios Para Definir El Rol de Los Inias en la Investigacion Agroindustrial*. La Haya: Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR).
- Vivanco, M. (2005). Muestra estadístico, diseño y aplicaciones. In M. Vivanco. Editorial Universitaria S.A.