

**Finanzas Contemporáneas Sostenibles:  
Una “oportunidad verde” para los gestores de Cartera en Colombia**

**Presentado Por:  
Jairo Samuel Villamil Argoti**

**Colegio de Estudios Superiores de Administración –CESA-  
Maestría en Finanzas Corporativas  
Bogotá  
2019**

---

**Finanzas Contemporáneas Sostenibles:  
Una “oportunidad verde” para los gestores de Cartera en Colombia**

**Presentado Por:  
Jairo Samuel Villamil Argoti**

**Director:  
Bernardo León C.**

**Colegio de Estudios Superiores de Administración –CESA-  
Maestría en Finanzas Corporativas  
Bogotá  
2019**

## Contenido

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN.....  | 4  |
| Estado del Arte.....   | 10 |
| 1. MARCO TEÓRICO .....   | 16 |
| 1.1 Valoración de Activos Financieros .....  | 16 |
| 1.1.1 El teorema de la Media Varianza .....  | 16 |
| 1.1.2 La Frontera Eficiente .....  | 17 |
| 1.1.3 Inversión con un activo libre de riesgo. ....                                  | 18 |
| 1.2. El modelo de valoración de activos de capital.....                              | 19 |
| 1.3 Indicadores de desempeño del CAPM.....   | 20 |
| 1.4 Smart-beta y ratios de estrategias contemporáneas. ....                          | 21 |
| 1.6 Índices de Sostenibilidad .....  | 25 |
| 1.6.1 Dow Jones Sustainability Index.....  | 27 |
| 1.6.2 Corporate Sustainability Index.....  | 28 |
| 2. Metodología y Resultados Obtenidos Preliminares .....                             | 32 |
| 3. CONCLUSIONES.....   | 39 |
| 4. Alcance Tesis.....  | 41 |
| 5. Bibliografía .....  | 42 |
| Tabla de Tablas  |    |
| Tabla 1: Los principales índices de sostenibilidad .....                             | 26 |
| Tabla 2: Elementos evaluados para pertenecer al Dow Jones Sustainability Index ..... | 28 |
| Tabla3. Elementos evaluados para pertenecer al Corporate Sustainability Index.....   | 30 |
| Tabla 4: Composición Sectorial de los índices ISE y Bovespa .....                    | 31 |
| Tabla 5: Matriz VarCovar Índice Sostenible e Índice Tradicional.....                 | 35 |
| Tabla 6: Ratio Sharpe .....  | 37 |
| Tabla de Graficas  |    |
| Figura 1 Frontera eficiente.....   | 18 |

## **PALABRAS CLAVES**

Índices Sostenibles, Inversión Sostenible, Fondos Sostenibles, Análisis de portafolio, Desarrollo Sostenible, Índice Corporativo Sostenible (ISE), Dow Jones Sustainability Index (DJSI)

## **INTRODUCCIÓN**

Desde la segunda mitad del siglo XVIII, la humanidad vivió una transformación que cambió de forma definitiva la industria y el comercio a partir de avances relevantes en la ciencia que modificó el transporte, técnicas de trabajo y los medios de comunicación. (Schmalensee, 1993, p. 3). A partir de este momento, el crecimiento económico de los países está fuertemente correlacionado con el uso de combustibles fósiles.

Lo anterior ha conllevado a una práctica (carente del control necesario) de la explotación de recursos no renovables como lo es el petróleo, gas natural y carbón que, según el Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático, de no tomar las medidas necesarias incrementa la posibilidad de daños catastróficos: “La estabilización de los niveles atmosféricos de GEI<sup>1</sup>, en 445 – 535 ppm (CO<sub>2</sub>E) provocaría un aumento en promedio mundial de la temperatura sobre los niveles preindustriales de entre 2 y 2.8 °C y una elevación de entre 0.4 y 1.7 metros” (Aguilar, Bouzas, & Molinari, 2010, pág. 33)

Como consecuencia de lo anterior, en la Convención de las Naciones Unidas en 1997, se firmó el Protocolo de Kioto donde los países se comprometían a reducir sus emisiones. Dicho tratado entró en vigor a partir de 2005. Según los datos de la Agencia Internacional de Energía,

---

<sup>1</sup> GEI: Gases de Efecto Invernadero.

se espera que en 2040 la energía proveniente de petróleo y gas caiga del 67% (2012) al 58% (International Energy Agency, 2016)

Las compañías hoy en día se encuentran en un entorno altamente competitivo, donde las barreras de entrada son cada vez más fáciles de superar y las empresas que logren encontrar sinergias entre sus operaciones y puedan penetrar de esta forma en otros mercados verán como sus márgenes de rentabilidad tienen un impacto significativamente positivo.

Sin embargo, hoy en día dado el auge de movimientos ambientalistas y estudios que evidencian las consecuencias sobre el impacto del cambio climático, las empresas se han visto en la necesidad de realizar ajustes estructurales de operación pues se busca crear nuevos negocios o productos que permitan reducir su huella de carbón.

Lo anterior ha generado que los activos intangibles como el goodwill cobre mayor relevancia entre los *stakeholders* y *shareholders* pues son estos últimos quienes “tienen la capacidad de emitir señales al mercado de consumo sobre la calidad de producto, servicio y capacidad de honrar sus compromisos traduciendo esto en mayor precio del producto y una mayor capacidad de negociar con sus proveedores” (Michael, Anne, & Stephanie, 2011).

Adicionalmente, para Roberts y Dawling los empleados están dispuestos a recibir menores sueldos por trabajar en una empresa con estas características pues esto podría representar estabilidad jurídica, económica, social y financiera. (Michael, Anne, & Stephanie, 2011)

Shapiro y Cornell (1987) sostiene:

"El valor de una empresa depende tanto de los reclamos explícitos -aquellos realizados por los tenedores de bonos y los empleados-, como de los reclamos implícitos que incluyen consideraciones tales como la calidad del servicio y la responsabilidad social. Tener la reputación de una empresa sensible a la responsabilidad ambiental y social puede reducir el costo de los reclamos explícitos, como el costo del capital y los salarios, y también puede indicar el valor de los reclamos implícitos. Por el contrario, ser ambiental y socialmente irresponsable puede resultar que las partes con límites implícitos intenten transformarlas en reclamos explícitos más costosos ejerciendo presión para una mayor regulación" (Michael, Anne, & Stephanie, 2011, pág. 494)

Lo anterior ha generado una revolución en las inversiones sostenibles. A comienzos de 2016 los activos de inversión sostenible a nivel mundial alcanzaban los 22.89 trillones de dólares, lo que representa un incremento del 25% frente al 2014, siendo Europa y Estados Unidos los más representativos con el 52% y 38% de las inversiones a nivel global respectivamente. No obstante es importante resaltar que este crecimiento es muy inferior al 61% mostrado entre 2012 y 2014. (Investment, 2018)

Colombia no es ajena a la tendencia de adoptar prácticas sostenibles; en su último rebalanceo a mediados de septiembre de 2018, el Índice Dow Jones Sustainability Index incluyó nueve compañías colombianas. Bancolombia fue escogido como el banco más sostenible del mundo, el Grupo de Inversiones Suramericana es la única compañía latina de servicios financieros en el índice y Grupo Nutresa es la segunda compañía más sostenible en el sector de alimentos. Adicionalmente, acompañando a estas compañías se encuentra el Grupo de Energía de Bogotá, ISA, Grupo Argos, Avianca, Almacenes Éxito y Davivienda.

“La inclusión en los fondos de inversiones socialmente responsables e índices de los mismos, puede ser una forma de ser reconocidos por tener esta etiqueta. Los índices sostenibles sirven como fuente de intermediación de información entre compañías y varios stakeholders que incluyen (analistas, brokers e instituciones financieras) evaluando la información sostenible reportada por compañías individuales. Estos intermediarios son vistas como objetivas, benchmarks profesionales asesoradas por terceros neutrales” (Michael, Anne, & Stephanie, 2011, pág. 495)

Para poder generar rentabilidad al accionista y paralelo el desarrollo de prácticas sostenibles en Colombia las compañías están explorando la posibilidad de generar energía renovable no convencional para poder operar su propio negocio. En Octubre de 2017 Ecopetrol aprobó la constitución de la Sociedad Ecopetrol Energía SAS que tiene como objetivo la generación, transformación y comercialización de energía. Lo anterior se hizo con el fin de reducir el costo de energía que permita la optimización de los costos de Ecopetrol.

El desarrollo de las energías renovables no convencionales puede impulsar nuevos esquemas de negocio y rentabilidad en las empresas colombianas pues las inversiones que se realizan tienen un impacto positivo en el costo operacional y aporta elementos para que sea considerada una empresa sostenible y así incluirla en índices mundiales de sostenibilidad lo que podría generar un aumento del precio en la acción que se traduce en un mayor valor de la compañía.

Teniendo en cuenta que adquirir prácticas sostenibles les da la posibilidad a las compañías de ser incluidas en índices como el Dow Jones Sustainability Index y para esto es necesario el cambio de estructuras operativas del negocio y un alto nivel de inversión que podría afectar sus márgenes de rentabilidad, los accionistas no querrán asumir esta transformación sin tener la certeza que habrán mayores retornos según el nuevo nivel de riesgo que se está asumiendo.

Como consecuencia de esta problemática y el incalculable valor tanto social como económico del desarrollo de inversiones sostenibles, el objetivo general de este trabajo de investigación, es revisar a partir de aproximaciones clásicas de valoración de portafolio, junto a indicadores de portafolio los desempeños de un índice sostenible (Corporate Sustainability Index) vs un índice tradicional como lo es el Bovespa

Para poder dar cumplimiento a los objetivos de este trabajo de investigación, se consultaron libros y revistas de investigación económica, financiera y social utilizadas en el marco teórico y estado del arte en las que da un panorama claro de cuál es el desempeño actual de estos índices y la importancia de estos para las compañías y sus stakeholders. Para presentar los resultados de este trabajo se partió de elementos clásicos de portafolio, donde la valoración de un subyacente totalmente tipificado en un esquema de media varianza, que cuenta con los precios históricos de las acciones que permiten modelar medias, varianzas y covarianzas ofrecen una guía para determinar cuál es la correlación de los activos a nivel histórico.

Aunado a lo anterior se desarrollará matemáticamente las métricas haciendo uso de las medidas de portafolio como lo son el ratio de Sharpe y Sortino en un índice sostenible de Brasil (Bovespa Sustainability Index) y se comparará con un índice tradicional del mercado brasileiro.

La estructura del siguiente trabajo de investigación consta de cuatro capítulos. La primera sección abordará el marco teórico que brinda las bases conceptuales para el análisis y posterior desarrollo de este tema. Posteriormente, se plantea la metodología escogida que permita exponer de la mejor manera el desempeño financiero de los índices. En la tercera sección, se mostrarán las características preliminares de este modelo donde se podrán ver retornos, liquidez

y diversificación de riesgo del índice sostenible y el índice tradicional. Finalmente, se brindarán algunas conclusiones basados en los resultados arrojados.

## Estado del Arte

### 1. Desempeño de las compañías con modelos de Sostenibilidad

En 2015, ciento noventa y cinco países pertenecientes a las Naciones Unidas firmaron el Acuerdo de París que buscaba que los países realizaran compromisos para reducir la emisión de gases del efecto invernadero. Desde entonces, los gobiernos han realizado esfuerzos enfocados en incentivos a las corporaciones para que modifiquen sus procesos, estrategias y operaciones en el desarrollo de sus negocios y de esta forma crear crecimientos sostenibles que generen beneficios a las compañías y al medio ambiente sin afectar el bienestar del ser humano.

A partir de lo anterior, se han generado nuevas tecnologías, nuevos modelos de negocios, e incluso el mercado de capitales ha desarrollado nuevos instrumentos financieros relacionados a la lucha con el cambio climático. El primer avance, se ve reflejado en la instauración del modelo de Desarrollo Sostenible que busca involucrar factores ambientales, sociales y de gobierno económico que permita garantizar el bienestar de la sociedad actual, tomando provecho responsable de los recursos naturales preservando el medio ambiente para las siguientes generaciones lo que es un caso del óptimo de Pareto (Lashgari, 2017).

En el campo de las finanzas, en mercados desarrollados, los traders han desarrollado instrumentos financieros ambientales denominados *rights to pollute –derecho a contaminar-*, estos derivados les permite a las compañías tener límites de contaminación durante un horizonte de tiempo determinado por la regulación de cada país. Indiscutiblemente, este modelo marca un quiebre importante en como los gestores de cartera, inversionistas y demás agentes del mercado tienen una primera aproximación a la valoración de las compañías. “Se presume que el mercado de capitales al tasar apropiadamente el riesgo de la compañía le ayudaría a las empresas más eficientes a administrar sus costos y le permitiría a otras empresas seguir su ejemplo” (Lashgari,

2017, pág. 9). A medida que los gobiernos toman medidas que impulsan el cuidado con el medio ambiente será más perentorio las empresas tengan la capacidad de modernizar sus procesos de producción, de lo contrario verán como sus gastos y costos se incrementan.

*“El gobierno al limitar la contaminación, pero aceptando el derecho mínimo a la contaminación, puede ayudar a reducir el costo de establecer un sistema de producción más eficiente. A largo plazo, a medida que el gobierno reduzca continuamente el derecho a contaminar, aumentarán los precios de capitalización y comercio, como derechos de propiedad negociables, lo que debería motivar la adopción de un sistema de producción amigable con el medio ambiente en todo el mundo”* (Lashgari, 2017, pág. 9)

Para la valoración de una compañía, este derivado ambiental en Colombia funcionaría de la siguiente forma:

El Grupo Celsia cuenta con una capacidad de generación de 2.387 MW con 27 centrales de energía (21 hidráulicas, 5 térmicas y una eólica). Sin embargo el 50% de su energía es considerada limpia mientras el otro 50% es considerada proveniente de recursos no renovables.

Por otro lado el Grupo EPM tiene cuarenta centrales de energía, treinta y seis hidráulicas con la que genera el 86% de su energía.

Según la normativa de “rights to pollute” cada empresa contaría con un determinado número de unidades que pueden ser transados en el mercado de energía. Basados en su capacidad de generación, se espera que el Grupo EPM no tenga la necesidad de usar todas las unidades de contaminación para poder cumplir sus metas de producción y venta de energía por lo que se esperaría este grupo salga a vender al mercado sus “right to pollute” y una empresa como Grupo Celsia las compre.

Al finalizar esta transacción que garantiza la operación de Grupo Celsia, los accionistas pedirán un mayor retorno de sus aportes pues se están viendo expuestos a un riesgo que podría no permitir que ellos operaran. Al elevar la rentabilidad del accionista, acompañado de seguramente un incremento en la tasa de financiación en el sistema financiero incrementaría el costo de capital, llevando a la compañía a una estructura de capital ineficiente que deterioraría su valor en el mercado e incluso poniendo en riesgo su operación.

*“Analistas e inversores han debatido si el naciente enfoque en sostenibilidad es recompensado por los participantes del mercado. Investigaciones demuestran que generalmente las compañías con atención especial a las prácticas de negocios sostenibles superan a sus pares, presumiblemente por la percepción de menor riesgo en el futuro” (Shank & Benjamin, 2015, pág. 199)*

Por último, para resaltar la importancia y el impulso que está teniendo el Desarrollo Sostenible en la coyuntura de los negocios y las inversiones y el impacto que tendrán en un futuro cercano se ve reflejado en el crecimiento que ha tenido el comportamiento de los gestores de cartera en compañías que se involucran con políticas medioambientalistas.

(Climent & Soriano, 2011, pág. 275) Según el Foro de Inversión Social, en 2007, uno de cada nueve dólares gestionado por inversionistas en Estados Unidos estaba involucrado con Inversión Social Responsable (en total 201.8 Billones de dólares), en especial aquellos tipos de activos relacionados con fondos ambientales incluyendo ETFs, fondos de pensiones, entre otros. A principios de 2014, esta misma entidad publicó que la cifra había crecido en un 50% y ahora uno de cada seis dólares que son administrados por los inversionistas en Estados Unidos estaba relacionado al Desarrollo Sostenible. Igualmente anunció que a nivel global el 30.2% (aproximadamente USD 6.57 trillones) de las carteras gestionadas corresponde activos

relacionados con Inversión Social Responsable, siendo Europa el líder indiscutible en la gestión de estos activos.

Indudablemente la industria de Utilities -más específicamente las compañías dedicadas a la generación de energía- deben instaurar cambios en su operación de negocio para cumplir los estándares que los gobiernos mundiales están solicitando a las empresas para lograr reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. (Ioannou, Angus, & Feargal, Risk-based methods for sustainable energy system planning: A review, 2017) En 2015 la inversión para proyectos de Energía Renovable No Convencional incrementó en un 5% hasta los USD 286 billones. De los nuevos proyectos, el 77% de la capacidad instalada corresponde a energía solar, eólica y fotovoltaica, mientras el 23% restante corresponde a energía de plantas hídricas.

Esta tendencia dinámica ha hecho evidente la necesidad de tener precisión a la hora de calcular el riesgo asociado y la rentabilidad esperada para el accionista, pues si bien es cierto este tipo de tecnología omite el riesgo de la volatilidad del precio del petróleo, hay factores regulatorios, regulatorios, de condiciones geográficas y evidentemente financieras que afectan la elaboración de los proyectos en etapas pre operativas, durante la operación y post operativas, es importante se desarrolle claramente metodologías para calcular la tasa de riesgo que afectará la rentabilidad esperada del accionista.

*“La fluctuación de los componentes de costos de las unidades de generación de energía, los precios volátiles del petróleo crudo y el costo de carbono en el contexto de la estrategia global de mitigación del cambio climático son ejemplos de componentes de incertidumbre que encuentran los desarrolladores de energía, los inversionistas y los encargados de formular políticas en la energía. A menudo estos riesgos son mitigados por los gobiernos en forma de protección de precios, pero esto puede tener una gran carga presupuestaria, que a menudo pasa a los consumidores a*

*través de los impuestos y las facturas de electricidad” (Ioannou, Angus, & Feargal, Risk-based methods for sustainable energy system planning: A review, 2017, pág. 602)*

En las últimas dos décadas el mundo académico financiero ha debatido si hay o no algún impacto en el valor de las compañías que desarrollan modelos de sostenibilidad en sus compañías, y si existe el impacto poderlo cuantificar. Uno de los primeros estudios sobre este tema fueron *Dowall & Yeung (2000)* quienes evaluaron el comportamiento de las empresas que estaban cumpliendo los estándares medioambientales y para lo anterior seleccionaron empresas pertenecientes al Índice de S&P entre 1994 y 1997 y encontraron que el indicador Q-Tobin (indicador de rentabilidad y de beneficios a largo plazo de un sector específico de la economía al dividir el valor en mercado de la acción sobre el valor contable) es más alto para aquellas compañías que se acogían a la normativa internacional de protección del medio ambiente. (Lashgari, 2017)

*Gupta y Mateti (2010)* mediante el modelo del CAPM revisaron y compararon los retornos de las compañías entre Enero de 1999 y Diciembre de 2009 que están listadas al Índice de Sostenibilidad Dow Jones vs el resto del mercado. Los resultados de esta investigación mostraron un beta significativo de 0.9534 demostrando que las compañías con inversiones sostenibles tenían una volatilidad menor al mercado. Sin embargo es importante resaltar que su alfa fue de -0.001 que no es significativo muestra un retorno inferior a las otras empresas listadas. (Lashgari, 2017)

*Eccles, Ioannou y Serafein (2014)* realizaron un estudio donde compararon el desempeño de 180 compañías entre 1993 y 2009 en cuanto a resultados financieros y su valoración en el mercado. Por un lado concluyeron que aquellas compañías que realizan ajustes en su modelo de negocio sostenible tuvieron mejores indicadores financieros en 2009

comparado a sus resultados en 1993. Para el valor de la compañía, *Eccles, Ioannou, Serafein (2014)* clasificaron estas 180 compañías en dos grupos, cada una de noventa (las empresas pertenecían a un mismo sector, estructura de capital similar, entre otras) y concluyeron que las empresas con cambios de Sostenibilidad tuvieron retornos 2.3% y 4.8% por encima bajo un esquema ponderado de forma equitativa y por valor ponderado respectivamente. (Lashgari, 2017)

Finalmente, es importante resaltar que no todos los estudios de Desarrollo Sostenible han favorecido a las empresas con políticas ambientales. (Lashgari, 2017) *Andersson, Bolton & Samana (2016)* construyeron un índice reemplazando los altos factores de alta emisión carbón con aquellos factores que tuvieran una alta correlación en la emisión de carbón manteniendo las mismas proporciones óptimas para replicar el índice S&P500.

Los autores concluyeron que entre Enero de 2007 y Noviembre de 2014 las empresas de servicios ambientales tenían una volatilidad similar al índice de S&P500 (5.02% vs 4.79%). Sin embargo, la diferencia se evidenció cuando compararon el S&P500 con empresas involucradas en tecnologías limpias donde sus retornos eran la mitad a los mostrados por S&P500 con una volatilidad más alta. Adicionalmente, los retornos de compañías de energía verde expusieron resultados negativos con una volatilidad más alta al S&P500.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 Valoración de Activos Financieros

### 1.1.1 El teorema de la Media Varianza

El modelo de valoración de la media-varianza es ampliamente usado por los agentes financieros para estimar la rentabilidad esperada en función del riesgo sistemático al evaluar la colocación de diversos activos (acciones, bonos, entre otros) en diversas actividades económicas y geografías. En segunda instancia, estos modelos al valorar los activos brinda herramientas para la correcta evaluación de proyectos/inversiones de capital y optimiza la estructura de financiación pues el endeudamiento con el sistema financiero o de mercado afecta al riesgo y la rentabilidad deseada por el accionista.

La rentabilidad de un portafolio está determinada por las siguientes características de cada activo que compone la cartera:

1. Rentabilidad esperada
2. Varianza de la rentabilidad de cada activo
3. Covarianzas entre rentabilidad de cada activo y la rentabilidad de otros activos que componen el portafolio.

Una vez el inversionista haya calculado la media y las desviaciones de cada título que desea invertir; podrá graficar el *conjunto de oportunidad* al ubicar en el eje (X) la desviación típica y en el eje (Y) la rentabilidad de los activos obteniendo de esta forma la representación gráfica de todos los activos que se pueden obtener para formar un portafolio.

Es importante destacar el inversor preferirá escoger aquel portafolio que se encuentre más cercano a la zona nororiental basado en dos supuestos de la *media-varianza*. El primero, asume que el agente económico es un ser racional con perfil conservador, adverso al riesgo y al invertir en un periodo determinado busca obtener rentabilidades más altas con un bajo riesgo (varianza) porque esto implica que habrá menor dispersión en las rentabilidades observadas. El segundo supuesto considera que los mercados financieros no tienen fricciones, es decir que todas las acciones que uno realice en el mercado son negociables en cualquier condición y que no hay costes de transacción y gastos impositivos.

### 1.1.2 La Frontera Eficiente

La zona nororiental que el inversionista preferiría sobre otras zonas de la gráfica, se llamada *frontera eficiente*. La frontera eficiente representa la rentabilidad promedio y dispersiones de los portafolios eficientes en media varianza (Bodie & Merton, 2003). Para tener un portafolio eficiente, es importante el agente económico logre diversificar su portafolio con diferentes activos del mercado.

Para ejemplificar lo anterior (Gráfico 1), si un fondo de pensiones estadounidense coloca todo su dinero en las acciones de Chevron, ExxonMobil, Baker Hughes, Berkshire Hathaway Energy en la bolsa estadounidense y el precio de petróleo sufre una fuerte caída como la vivida en 2014-2015 y el gobierno americano decide elevar los impuestos a las compañías de Oil & Gas como medida para frenar los efectos del cambio climático; el inversionista al tener una cartera ineficiente habrá tenido grandes pérdidas económicas.

Caso contrario si un agente económico decide invertir en varios sectores de la economía y en varios países, de esta forma mitigaría el impacto puntual que puede tener una noticia sobre un sector o sobre un país.

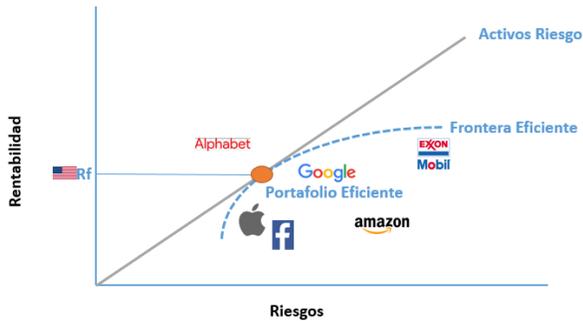


Figura 1 Frontera eficiente

### 1.1.3 Inversión con un activo libre de riesgo.

Previamente se ilustraba que en un portafolio conformado por activos riesgosos la varianza de estos es positiva, y la frontera eficiente es una zona con forma de hipérbole y la cartera óptima estará definida por el perfil del inversionista.

Ahora bien, al incluir un activo libre de riesgo, la frontera eficiente es ahora una línea recta que inevitablemente debe incluir un título sin riesgo (al ser una inversión de mínima varianza) y el (los) activo(s) tangente(s). Ésta línea tangente se conoce como Línea del Mercado de Capitales (LMC); la pendiente de ésta línea al medir el balance entre riesgo y rentabilidad, muestra cuales son los activos que optimiza la inversión del agente económico pues éste tenderá a escoger todos los activos que estén en o sobre la (LMC).

Una vez se determina cuáles son los activos que harían el portafolio más eficiente es importante determinar qué porcentaje de inversión se debe asignar a cada activo. Para lo

anterior, es de vital importancia hallar la cartera tangente que se denomina como la prima de riesgo (diferencia entre la rentabilidad promedio del portafolio y la libre de riesgo) sobre la varianza de la cartera tangente, pues con esto encontraremos la proporción de la prima de riesgo de cada acción y este valor equivaldrá a su participación en el portafolio.

En el siguiente gráfico se ilustra la composición de un portafolio combinando carteras arriesgadas con carteras libres de riesgo, y la zona que optimiza la LMC.

## 1.2. El modelo de valoración de activos de capital.

Al igual que en el teorema de la media varianza, en el modelo de la valoración de activos de capital, de ahora en adelante CAPM; desarrollado por H. Markowitz tiene como objetivo que el individuo a partir de una conducta racional logre maximizar la rentabilidad de un portafolio.

“El concepto central del CAPM es que la varianza de una acción por sí misma no es un determinante importante de la rentabilidad esperada de la acción. Lo que importa es la beta de mercado de la acción, que mide la covarianza de la rentabilidad de la acción con la rentabilidad de un índice de mercado, corregido por la varianza de ese índice”

(Grinblatt & Titman, 2003, pág. 116)

El desarrollo del modelo CAPM está basado en seis supuestos. Los dos primeros descritos en el teorema de la media varianza (los agentes buscan altas rentabilidades con bajas varianzas y que los mercados no tienen fricciones) y agregan que los inversionistas tienen pueden apalancarse n cantidad de veces bajo una tasa libre de riesgo, que no hay costos transaccionales ni impuestos *expectativas homogéneas*. Esto se traduce que los agentes tendrán los mismos resultados al contar con la misma información para obtener desviaciones típicas y medias de los activos a valorar y por lo tanto “no intentaran competir entre ellos y batir al mercado mediante la gestión activa de sus carteras”. (Grinblatt & Titman, 2003, pág. 116)

Para el modelo CAPM es importante conocer la Línea de Mercado de Valores (SML) que representa la tasa esperada de retorno de un título libre de riesgo más el retorno de un(os) activo(s) riesgoso(s) que se calcula multiplicando la prima de riesgo para el mercado por riesgo sistemático no diversificable. La principal diferencia entre SML y CML, es que esta última mide portafolios eficientemente diversificados mientras SML mide activos individuales pues los riesgos reflejados en la varianza pueden ser eliminados al diversificar los activos

Para lo anterior, es fundamental el rol del Beta ( $\beta$ ) pues es una medida de sensibilidad que indica la volatilidad con referencia al mercado, por lo que, entre mayor sea el valor del beta habrá más volatilidad en dirección al mercado, mientras un número negativo indicara que la canasta de activos se moverán en dirección contraria al mercado. El beta ( $\beta$ ) se calcula sacando la covarianza de un activo y el mercado sobre la varianza de los retornos del activo.

### 1.3 Indicadores de desempeño del CAPM

Los agentes inversores, private equity, fondo de pensiones en el mundo utilizan normalmente tres indicadores para evaluar su desempeño en el mercado (Brigham & Ehrhardt, 2014)

- Ratio de Sharpe: El ratio de Sharpe mide la rentabilidad adicional que se obtiene por cada unidad de riesgo. Cuanto mayor sea el índice mostrará una mejor rentabilidad en relación al riesgo asumido por el fondo. Su fórmula es:  $(R_{\text{fondo}} - R_f) / \text{Desviación estándar fondo}$
- Ratio de Treynor: El Ratio de Treynor mide el exceso de rentabilidad por cada unidad de riesgo sistemático. Su fórmula es:  $(R_p - R_f) / B_{\text{sistemático}}$

## 1.4 Smart-beta y ratios de estrategias contemporáneas.

El término Smart-beta ha cobrado gran importancia en los mercados desarrollados y ha sido adoptado por varios fondos privados de inversión como Fidelity, Blackrock, Templeton, entre otros, pues se considera como una estrategia que reúne las ventajas de tomar una gestión activa al exponer al inversionista a factores riesgosos que han tenido un buen desempeño en el pasado y se tiene la creencia que dadas las tendencias del mercado generarán excedentes del mercado y las ventajas de una gestión pasiva de inversión al mismo tiempo por asumir un riesgo moderado y con bajos costos.

“Estas (Estrategias Smart-beta) son estrategias activas, ya que intentan mejorar los rendimientos ajustados al riesgo a través de la exposición a características o factores deseables. Tienen algunos beneficios de las estrategias pasivas, ya que la construcción de la cartera es simple, basada en reglas y transparente, lo que tiende a generar una gran capacidad y tarifas y costos bajos, en relación con las estrategias activas tradicionales.” (Kahn & Lemmon, 2015, pág. 76)

Los indicadores de desempeño que hoy en día siguen los inversionistas son:

- Alfa de Jensen: El alfa de Jensen mide las rentabilidades obtenidas por encima del mercado ajustadas al riesgo total. A la hora de hacer una regresión de excesos de retornos de CAPM, el alfa es el intercepto. Su fórmula es:  $\alpha = (R_p - R_f) - (R_m - R_f) \beta_p$
- Track error: El tracking error se considera como un indicador que determina la diferencia entre el precio del portafolio y el comportamiento del precio del benchmark. Este indicador es usado por los fondos de pensión / inversión para mostrar la diferencia (negativa) del retorno percibido por el inversionista y el retorno esperado al imitar un índice.

- Information ratio: Este ratio ofrece una proporción de los retornos del portafolio sobre los retornos de un índice de referencia. Igualmente, el indicador muestra la capacidad y la regularidad con la que un gestor genera excedentes de retornos sobre un benchmark.

## 1.5 Administración Activa y Pasiva de Portafolios con énfasis en compañías sostenibles

Como se ha comentado previamente los gestores de cartera buscan optimizar la rentabilidad de los inversionistas ajustados a ciertos parámetros de riesgos definidos por el accionista. En esta gestión de portafolios los gestores pueden ver limitada su operación al tener restricciones de inversión, “estas restricciones pueden incluir, pero no estar limitadas a, provisiones mínimas y máximas en asset allocation –asignación de activos-, cobertura de activos, y el grado de diversificación según necesidades especiales”

Existen dos estrategias para la gestión óptima de estos portafolios: administración activa y administración pasiva. La primera, consiste en que, dada la evidencia académica que el desempeño de las acciones en el pasado no se repiten, el gestor dado su conocimiento decide en qué activos invertir y cuál es su horizonte. Para esto, el gestor analiza tendencias y mediante un análisis técnico y fundamental busca anticiparse a los movimientos del mercado generando excedentes de rendimientos al haber elegido las acciones que supuso tendrían un mayor rendimiento.

La estrategia activa se basa en el supuesto que los mercados no son eficientes y el precio de la acción no contiene toda la información disponible y puede tomar provecho de esto para superar los rendimientos del mercado.

Por otro lado, la gestión pasiva de los portafolios replica la composición de un índice bursátil que son construidos mediante ciertos criterios como la industria, liquidez,

capitalización, tipo de compañías dentro del sector, y la disponibilidad en el mercado, entre otras. Lo que busca esta estrategia es reducir los costos de transaccionalidad y de gestión porque mantiene durante un tiempo determinado la rentabilidad del índice, sin importar la coyuntura política, económica y el desempeño de la compañía a lo largo del tiempo determinado.

Shank, Shockey (2016) hicieron un estudio para valorar el impacto de tomar una estrategia activa o pasiva al incluir compañías sostenibles con el resto del mercado. Mencionados autores tomaron como referencia el índice Dow Jones Sustainability Index y algunas compañías líderes pertenecientes a este índice para ser comparadas con el mercado. Algunos estudios, (previamente enunciados) han demostrado que la adopción de estas políticas ha impactado favorablemente los resultados financieros de las compañías.

Si un inversionista gestor de cartera considera que el desempeño de las inversiones sostenibles es importante a la hora construir un portafolio eficiente y que el mercado adopta una hipótesis semi-fuerte para las compañías sostenibles entonces adoptara una estrategia pasiva en un índice/fondo que replique este tipo de compañías. Por el contrario, si los inversionistas no consideran que la información está reflejada en el precio del mercado, deben identificar aquellas compañías cuyo precio de mercado no muestra los esfuerzos no financieros de la compañía para maximizar la rentabilidad del accionista, por ende el gestor puede considerar estas acciones como infravaloradas y puede dar mayor participación a este tipo de acciones.

Shank, Shockey (2016) encontraron retornos significativamente por encima del mercado (Ajustados a riesgo) en compañías líderes en sostenibilidad en largos periodos de tiempo,

mostrando consistencia con los estudios que las compañías con inversiones de sostenibilidad mostraría mayores beneficios a largo plazo. Adicionalmente, se evidencia que los mercados aún no saben o no están valorando apropiadamente los efectos de las prácticas de sostenibilidad en los precios de los activos indicando que un gestor habría generado resultados por encima del promedio invirtiendo en compañías líderes de sostenibilidad.

Un resultado interesante de este estudio muestra que un gestor que tomó una estrategia activa obtuvo mejores resultados que al haber adoptado una estrategia pasiva pues los retornos de las compañías líderes en prácticas de sostenibilidad fueron superiores a los retornos promedio de mercado de Marzo 2002 a Marzo de 2013 fue de 3.68% (no en todos los años fue superior) vs 2.11% del S&P500. El índice DJSI tuvo retornos promedio de 2.07% (todos los años mostró retornos superiores). El Beta de las empresas líderes fue de 1.05 contra el S&P500 mientras que el Beta del DJSI fue de 1.12.

## 1.6 Índices de Sostenibilidad

(Stephen & C., 2007, pág. 246) *“La sostenibilidad es un enfoque empresarial que crea un valor para los accionistas a largo plazo mediante la adopción de oportunidades y la gestión de los riesgos derivados del desarrollo económico, ambiental y social. Los líderes de sostenibilidad corporativa logran un valor para los accionistas a largo plazo al adaptar sus estrategias y administración para aprovechar el potencial del mercado para los productos y servicios de sostenibilidad, mientras que al mismo tiempo reducen y evitan con éxito los costos y riesgos de sostenibilidad.”*

Los índices pueden ser conformados por diversos activos financieros como acciones, bonos, divisas, materias primas, entre otros, son una fuente principal de información para los inversionistas que les permite generar estudios para la selección de portafolios, análisis de inversiones y prácticas de gestión de riesgo de largo plazo y así se puedan traducir en mayores retornos. Por lo anterior, los valores que arrojan un índice y los componentes del mismo, permiten ver a lo largo de la historia la creación o destrucción de valor de las compañías de acuerdo a no solo su desempeño financiero actual sino también a las expectativas de sus futuros flujos de caja.

Adicionalmente, los índices son frecuentemente usados como benchmarks para determinar la eficacia de una estrategia activa de portafolio. Si el portafolio logra generar mayores excesos de rendimiento que el índice, el gestor de cartera habrá elaborado una buena estrategia que favorece al inversionista. Igualmente, estos índices son tratados como activos subyacentes para productos estructurados que le permiten a los *brokers* ofrecer a los inversionistas estrategias de cobertura de acuerdo a la posición expuesta.

De acuerdo a la Corporación Financiera Internacional, los índices de sostenibilidad representan un portafolio de acciones de compañías locales, regionales o multinacionales, seleccionadas en función de factores ambientales, sociales y de gobierno corporativo, reglamentados por un marco ético (Arias & Samanez, 2013).

El auge del desarrollo de índices sostenibles, se debe al aumento en la demanda de personas que se interesan por la inversión en compañías listadas en estos índices pues se ha podido demostrar la evidencia que estas compañías tienen un alto potencial en la creación de valor a mediano y largo plazo. “Ese nuevo tipo de inversionista está comprometido con la sostenibilidad y diseña su estrategia de inversión o su política de inversión integrando sinérgicamente la búsqueda de retornos económicos con la observancia de los impactos sociales y ambiental” (Aldo, 2016).

Tabla 1: Los principales índices de sostenibilidad (Stephen & C., 2007).

|        | Índice                         | Año  | Pilares de creación   | Exclusiones   |
|--------|--------------------------------|------|---|---|
| Global | Dow Jones Sustainability Index | 1999 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensión Económica</li> <li>• Dimensión Social</li> <li>• Dimensión Medioambiental</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay exclusión</li> </ul>  |
|        | FTSE4Good - ESG                | 2001 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio ambiente</li> <li>• Social</li> <li>• Gobernanza</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabacaleras</li> <li>• Sistemas Armas</li> <li>• Componentes Armas Controversiales</li> </ul>  |
|        | MSCI ESG*                      | 2010 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio ambiente</li> <li>• Social</li> <li>• Gobernanza</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Productores Alcohol</li> <li>• Juego de Azar</li> <li>• Energía Nuclear</li> <li>• Armas Convencionales</li> <li>• Armas Controversiales</li> <li>• Armas Civiles</li> </ul> |
| Latam  | IPC Sustentable                | 2011 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio ambiente</li> <li>• Responsabilidad Social</li> <li>• Gobierno Corporativo</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay Exclusión</li> </ul>  |
|        | ISE Bovespa                    | 2005 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensión Ambiental</li> <li>• Dimensión Económica - Financiera</li> <li>• Dimensión General (incluye ética)</li> <li>• Dimensión Social</li> <li>• Dimensión de Gobierno Corporativo</li> <li>• Dimensión de Cambio Climático</li> <li>• Dimensión de Naturaleza de Producto</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aunque ningún sector es excluido per se; hay ponderaciones relacionadas a la dimensión producto por lo que hace difícil la inclusión de productos controversiales</li> </ul> |

### 1.6.1 Dow Jones Sustainability Index

Un estudio de 2010 realizado por Peter Lacy et Al de la consultora Accenture resalta lo siguiente:

“En una encuesta global a CEOs se encontró que el 93% de éstos cree que los temas de sostenibilidad serán críticos para el futuro éxito de la compañía, el 72% menciona que marca, confianza y reputación como uno de los tres principales factores que los llevan a tomar acción sobre los temas de sostenibilidad y el 96% cree que los temas de sostenibilidad deben ser plenamente integrados en la estrategia y en las operaciones de la empresa” (Aldo, 2016)

El índice de Sostenibilidad Dow Jones creado en 1999, es uno de los índices más reconocidos a nivel mundial que reúne a las compañías con mayor desempeño en los ámbitos social, ambiental y económico. Para que una compañía ingrese a este índice debe ser una de las 2.500 empresas con capitalización bursátil que pertenecen al índice Dow Jones Group Index (DJGI) y aprobar el cuestionario emitido al reunir los factores previamente descritos (Tabla 1) que son revisados anualmente por el Sustainable Asset Management (SAM), Organizaciones no Gubernamentales, Institutos internacionales y académicos.

Tabla 2: Elementos evaluados para pertenecer al Dow Jones Sustainability Index (Stephen & C., 2007)

| Criterios Evaluados            |  |                       |
|--------------------------------|--|-----------------------|
| Dimensión                      | Criterio   | Peso (%)              |
| Dimensión Económica<br>(30.6%) | • Código Conducta  | 3.0                   |
|                                | • Gobierno Corporativo   | 5.4                   |
|                                | • Gestión Relación Clientes                                    | 3.0                   |
|                                | • Solidez Financiera   | 3.6                   |
|                                | • Relación Inversionista                                       | 2.4                   |
|                                | • Gestión Riesgo   | 3.6                   |
|                                | • Sistemas Medidas   | 4.2                   |
|                                | • Planeación Estratégica                                       | 5.4                   |
|                                | • Criterio Específico Industria                                | Industria Dependiente |
| Dimensión Ambiental<br>(9.2%)  | • Gestión/Política Ambiental                                   | 3.2                   |
|                                | • Desempeño ambiental  | 4.2                   |
|                                | • Informe Ambiental  | 1.8                   |
|                                | • Criterio Específico Industria                                | Industria Dependiente |
| Dimensión Social<br>(20.4%)    | • Ciudadanía Corporativa                                       | 2.4                   |
|                                | • Compromiso Stakeholders                                      | 4.2                   |
|                                | • Indicadores Laborales  | 3.0                   |
|                                | • Desarrollo Capital Humano                                    | 1.8                   |
|                                | • Gestión Conocimiento   | 3.0                   |
|                                | • Informe Social   | 1.8                   |
|                                | • Atracción Talento  | 2.4                   |
|                                | • Normas Para Proveedores                                      | 1.8                   |
|                                | • Criterio Específico Industria                                | Industria Dependiente |
|                                | Criterio Industria/Media y<br>Análisis Stakeholders<br>(39.8%) |                       |
| Total                          |  | 100                   |

### 1.6.2 Corporate Sustainability Index

El Índice Corporativo Sostenible (ISE) fue lanzado en 2005 con el apoyo de la Corporación Financiera Internacional que refleja el rendimiento de un portafolio conformado por cuarenta compañías que son escogidas bajo unos parámetros de sostenibilidad definidos. Para poder participar en este proceso, la compañía debe pertenecer al BM&FBOVESPA y participar en al menos 50% de las sesiones que hayan transcurrido en los últimos doce meses dando como punto de partida el rebalanceo del índice. (Arias & Samanez, 2013)

El proceso de selección es adelantado por una de las universidades más prestigiosas de Sao Paulo; el Centro de Estudios Sostenibles Getulio Vargas quien emite un cuestionario que es contestado por las compañías, y según la información oficial recibida se evalúa la inclusión o no al ser comparado con compañías del mismo sector y con desempeños similares.

Mencionado proceso, que evalúa el desempeño desde el primero de enero hasta el último de diciembre del mismo año evalúa los siguientes factores: Ambiental, Social, Económico, Tipología de Producto, Gobierno Corporativo y Cambio Climático.

A continuación se relacionan los temas principales en el proceso de selección de empresas sostenibles para pertenecer al índice sostenible de Brasil y la composición sectorial de los índices sostenibles y tradicionales respectivamente

Tabla3. Elementos evaluados para pertenecer al Corporate Sustainability Index (Arias & Samanez, 2013)

|                      |   |
|----------------------|---|
| Económico/Gobernanza | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeamiento estratégico y asuntos socioambientales</li> <li>• Procesos de gestión de riesgos</li> <li>• Gestión de crisis y planes de contingencia</li> <li>• Contabilización y gestión de activos intangibles</li> <li>• Gestión del desempeño e indicadores vinculados al planeamiento estratégico</li> <li>• Indicadores / estados financieros: preparación, revelación</li> <li>• Ganancia económica y medidas de creación de valor económico</li> <li>• Equilibrio en el crecimiento</li> <li>• Gobierno Corporativo: relacionamiento entre socios, revelación de información, gobernanza de operaciones entre partes vinculadas, estructura y dinámica del directorio, cumplimiento normativo, auditoría y contabilidad, conducta y conflictos de intereses.</li> <li>• Estrategia y posicionamiento (proceso institucionalizado y formalización)</li> <li>• Cadena de Valor</li> <li>• Revelación de remuneraciones de Directorio y Alta Gerencia (monto, criterios, tipos)</li> <li>• Informes</li> <li>• Defensa de la competencia</li> <li>• Prevención y combate de la corrupción</li> <li>• Actuación política</li> </ul> |
| Social               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso con principios y derechos fundamentales en la relación laboral</li> <li>• Compromiso y relacionamiento con la comunidad</li> <li>• Respeto en el uso y privacidad de la información de marketing</li> <li>• Relación con clientes y consumidores</li> <li>• Diversidad y equidad</li> <li>• Gestión de proveedores</li> <li>• Resolución de demandas de clientes y consumidores</li> <li>• Cumplimiento normativo respecto al público interno, clientes y sociedad</li> <li>• Riesgos para el consumidor y terceros en el uso de los productos</li> <li>• Información al consumidor</li> <li>• Sanciones judiciales o administrativas referidas a los productos</li> <li>• Impactos difusos en el uso del producto y observancia del principio de precaución</li> </ul>   |
| Ambiental            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso, ámbito de aplicación y difusión de los aspectos ambientales</li> <li>• Responsabilidad ambiental</li> <li>• Observancia de los aspectos ambientales en el planeamiento empresarial</li> <li>• Control y evaluación desempeño ambiental</li> <li>• Certificaciones</li> <li>• Comunicación con partes interesadas</li> <li>• Compromiso general con la biodiversidad y los servicios eco sistémicos</li> <li>• Consumo de recursos ambientales (inputs)</li> <li>• Emisiones de gases, efluentes y residuos</li> <li>• Procedimientos para gestionar, los aspectos ambientales que representan un riesgo para la salud pública y el medioambiente</li> <li>• Cobertura de seguros ambientales</li> <li>• Áreas protegidas: operación, propiedad, daños. Catastro ambiental rural</li> <li>• Pasivos ambientales</li> <li>• Requisitos administrativos sancionadores por materia ambiental</li> </ul>  |



## **2. Metodología y Resultados Obtenidos Preliminares**

Como se dijo anteriormente, este trabajo estará basado en la teoría de portafolios clásica de H. Markowitz pero el subyacente a ser estudiado será un activo que no han sido implementados en varios países como lo son los índices de sostenibilidad. Mercados desarrollados como el de Estados Unidos, cuentan por ejemplo con el Dow Jones Sustainability Index; variante del reconocido índice bursátil Dow Jones que reúne a las empresas que han demostrado un desempeño superior en términos de ambientales, económicos, laborales y sociales que otras compañías.

Para el siguiente trabajo, se eligió el Índice Corporativo de Sostenibilidad que pertenece al mercado brasilero. La elección de este índice se debe a las similitudes con Colombia al ser ambos mercados emergentes y tener una posición geográfica comparable, lo que conllevaría un desarrollo similar por lo menos en el impacto económico en el desarrollo de energías renovables que las podría posicionar como compañías sostenibles como se mencionó previamente. Para determinar si un índice sostenible tiene un mejor desempeño que un índice tradicional en primer lugar es de vital importancia que ambos índices inicien a partir del mismo rebalanceo.

Es importante resaltar que el segundo semestre de 2018 se caracterizó por la fuerte volatilidad y desaceleración económica de los países emergentes que, desde entonces vieron cómo sus mercados se han visto afectados por dos pilares principalmente: En primer lugar, los datos económicos positivos de Estados Unidos, (que aunque para varios analistas parecen no tener solidez a mediano y largo plazo) y en segundo lugar, las medidas proteccionistas implementadas

por el gobierno del Presidente norteamericano Donald Trump que preparan posiblemente el camino para una posible ralentización de la economía global

En cuanto al comportamiento de la economía estadounidense, es importante destacar que el mercado monetario, de renta fija y bursátil se han visto especialmente afectados por el repunte de los bonos norteamericanos que ha debilitado el apetito de los inversionistas atraídos por mercados emergentes lo que se ha traducido en alta volatilidad en el mercado variable y una salida masiva de flujos de dinero a países con mejor perfil de riesgo.

Adicionalmente, es importante resaltar el momento histórico bursátil de Brasil durante 2018, que acompañada de una alta volatilidad al ser un país emergente se vio afectada por los fuertes casos de corrupción y unas elecciones presidenciales polarizadas que dieron luces de una economía expuesta a cambios fiscales de mediano plazo.

Lo anterior anticipaba que dada la coyuntura de Brasil presentara unos datos de desempeño de portafolio negativos tanto para el índice tradicional como para el índice sostenible. Por tal razón, para el siguiente trabajo se eligió el penúltimo rebalanceo realizado por el mercado bursátil brasilero entre el primero de junio de 2016 y el 30 de noviembre de 2017.

Este rebalanceo comprende 33 compañías que conforman el índice de sostenibilidad ISE y 62 conformadas por el índice tradicional Bovespa. Posteriormente, se descarga los precios de cierre de las acciones y se eliminan los datos de días donde no opera la bolsa como lo son los sábados, los domingos y los festivos para evitar sesgo en los resultados pues los precios serán los mismos y así el promedio se puede ver afectado.

Una vez obtenida la serie de precios, con el fin de tener números comparables, se calcula la rentabilidad logarítmica de cada una de las acciones en el horizonte de tiempo determinado. No se escoge la rentabilidad lineal porque es necesario obtener retornos compuestos continuos que otorguen la posibilidad ser graficados como una distribución normal. En seguida, se calcula el promedio de estos retornos y a su vez se calcula la desviación estándar de la serie que permite identificar el grado de dispersión de los datos con respecto a su promedio, es decir, una desviación típica alta se interpreta como una mayor incertidumbre para el inversionista.

Posteriormente, se construye una matriz de excesos, que se obtiene mediante la diferencia entre cada una de las acciones que pertenecen al índice y el promedio de rendimientos de cada acción. Desarrollado este proceso, se realiza la matriz de *VARCOVAR*, que contiene las varianzas y covarianzas asociadas con diferentes variables de las acciones que pertenecen los retornos de las variables para obtener la matriz de varianza-covarianza que le permite al analista construir una matriz cuadrada que arroja como resultado la varianza del portafolio.

Tabla 5.12: Matriz VarCov Índice Sostenible e Índice Tradicional

**Índice Sostenible:**

|        | BRAC18     | BRCC18     | BRCC48     | BRMAB8     | BRWOB8     | CCO18S     | CEL18      | CMG18S     | CMG48S     | CPUS18     | DTX18S     | ECOB18     | EGEB18     | ELFT18     | ELFT48     | EMR18S     | FLY18S     | ITAA18     | ITUB18S    | ITUB48S    | KEN118S    | LAME18S    | LAME48S    | LOFT18     | LEN18S     | MVW18S     | NAT18S     | SAN18S     | TET18S     | TAMP18     | VVT48S     | WEG18S     |            |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| BRAC18 | 1.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 | 0.00000000 |

**Índice Tradicional:**

|               | 2.00%  | 1.75%  | 1.50% | 1.25% | 1.00% | 0.75% | 0.50% | 0.25% | 0.00% | -0.25% | -0.50% | -0.75% | -1.00% | -1.25% | -1.50% | -1.75% | -2.00% | -2.25% | -2.50% | -2.75% | -3.00% | -3.25% | -3.50% | -3.75% | -4.00% | -4.25% | -4.50% | -4.75% | -5.00% | -5.25% | -5.50% | -5.75% | -6.00% |  |  |
|---------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
| 2.00% BRAC18S | 1.0000 |        |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |
| 1.75% BRCC18S | 0.0000 | 1.0000 |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |  |

Finalmente, se calcula el rendimiento del portafolio, esta última variable es determinante para calcular los indicadores de eficiencia de portafolio. Teniendo en cuenta, que no se está optimizando el portafolio, sino que, en esta primera instancia se quiere verificar si un índice sostenible es más rentable que un portafolio tradicional, se determinó darle el mismo porcentaje de participación a cada acción que al multiplicarse con el rendimiento promedio de cada acción y sumarse entre ellas proyecte el rendimiento del portafolio.

En cuanto al indicador Sharpe, de acuerdo al periodo estudiado, se logró evidenciar un mejor rendimiento del índice tradicional en comparación al índice sostenible. Para ambos casos, se escogió descontar el rendimiento del portafolio a la tasa diaria de los bonos de Brasil y ésta a su vez dividirla por la varianza del portafolio. En el Índice Corporativo Sostenible, el indicador de Sharpe que muestra la rentabilidad adicional que recibe el inversionista por cada unidad de riesgo adquirida fue de 4.87%, mientras que el índice Bovespa evidenció un indicador superior al arrojar un valor de 7.84%.

Tabla 6: Ratio Sharpe

**Sharpe Sostenible**

| Rendimiento | R      | W     |
|-------------|--------|-------|
| BBAS3 BS    | 0,08%  | 3,13% |
| BBDC3 BS    | 0,12%  | 3,13% |
| BBDC4 BS    | 0,20%  | 3,13% |
| BRKM5 BS    | 0,17%  | 3,13% |
| BTOW3 BS    | 0,00%  | 3,13% |
| CCRO3 BS    | -0,04% | 3,13% |
| CIEL3 BS    | 0,03%  | 3,13% |
| CMIG3 BS    | 0,05%  | 3,13% |
| CMIG4 BS    | 0,00%  | 3,13% |
| CPLE6 BS    | 0,05%  | 3,13% |
| DTEX3 BS    | 0,11%  | 3,13% |
| ECOR3 BS    | 0,00%  | 3,13% |
| EGIE3 BS    | 0,21%  | 3,13% |
| ELET3 BS    | 0,13%  | 3,13% |
| ELET6 BS    | 0,03%  | 3,13% |
| ENBR3 BS    | 0,19%  | 3,13% |
| FLRY3 BS    | 0,10%  | 3,13% |
| ITSA4 BS    | 0,12%  | 3,13% |
| ITUB3 BS    | 0,12%  | 3,13% |
| ITUB4 BS    | 0,00%  | 3,13% |
| KLBN11 BS   | 0,03%  | 3,13% |
| LAME3 BS    | -0,01% | 3,13% |
| LAME4 BS    | 0,16%  | 3,13% |
| LIGT3 BS    | 0,15%  | 3,13% |
| LREN3 BS    | 0,08%  | 3,13% |
| MRVE3 BS    | 0,05%  | 3,13% |
| NATU3 BS    | 0,13%  | 3,13% |
| SANB11 BS   | -0,01% | 3,13% |
| TIET11 BS   | 0,14%  | 3,13% |
| TIMP3 BS    | 0,04%  | 3,13% |
| VIVT4 BS    | 0,12%  | 3,13% |
| WEGE3 BS    | 0,00%  | 3,13% |

|              |       |
|--------------|-------|
| Rf           | 6,40% |
| Rf diaria    | 0,02% |
| Rp           | 0,08% |
| Sigma Cuadr. | 0,02% |
| Sigma        | 1,37% |
| Sharpe       | 4,50% |

**Sharpe Tradicional**

| Rendimientos | R      | W     |
|--------------|--------|-------|
| ABEV3 BS     | 0,10%  | 1,61% |
| B3SA3 BS     | 0,16%  | 1,61% |
| BBAS3 BS     | 0,08%  | 1,61% |
| BBDC3 BS     | 0,12%  | 1,61% |
| BBDC4 BS     | 0,00%  | 1,61% |
| BBSE3 BS     | 0,35%  | 1,61% |
| BRAP4 BS     | -0,05% | 1,61% |
| BRFS3 BS     | 0,20%  | 1,61% |
| BRKM5 BS     | 0,05%  | 1,61% |
| BRML3 BS     | 0,17%  | 1,61% |
| BTOW3 BS     | 0,00%  | 1,61% |
| CCRO3 BS     | -0,04% | 1,61% |
| CIEL3 BS     | 0,05%  | 1,61% |
| CMIG4 BS     | 0,02%  | 1,61% |
| CSAN3 BS     | 0,04%  | 1,61% |
| CSNA3 BS     | 0,21%  | 1,61% |
| CVCB3 BS     | 0,06%  | 1,61% |
| CYRE3 BS     | 0,11%  | 1,61% |
| ECOR3 BS     | 0,00%  | 1,61% |
| EGIE3 BS     | 0,21%  | 1,61% |
| ELET3 BS     | 0,13%  | 1,61% |
| ELET6 BS     | -0,05% | 1,61% |
| EMBR3 BS     | 0,03%  | 1,61% |
| ENBR3 BS     | 0,09%  | 1,61% |
| EQL3 BS      | 0,27%  | 1,61% |
| ESTC3 BS     | 0,19%  | 1,61% |
| FLRY3 BS     | 0,18%  | 1,61% |
| GGBR4 BS     | 0,26%  | 1,61% |
| GOAU4 BS     | 0,48%  | 1,61% |
| GOLL4 BS     | 0,04%  | 1,61% |
| HYPE3 BS     | 0,10%  | 1,61% |
| IGTA3 BS     | 0,10%  | 1,61% |
| ITSA4 BS     | 0,12%  | 1,61% |
| ITUB4 BS     | -0,07% | 1,61% |
| JBSS3 BS     | 0,00%  | 1,61% |
| KLBN11 BS    | 0,13%  | 1,61% |
| KROT3 BS     | -0,01% | 1,61% |
| LAME4 BS     | 0,15%  | 1,61% |
| LREN3 BS     | 0,70%  | 1,61% |
| MGLU3 BS     | 0,02%  | 1,61% |
| MRFG3 BS     | 0,08%  | 1,61% |
| MRVE3 BS     | 0,07%  | 1,61% |
| MULT3 BS     | 0,05%  | 1,61% |
| NATU3 BS     | 0,14%  | 1,61% |
| PCAR4 BS     | 0,11%  | 1,61% |
| PETR3 BS     | 0,17%  | 1,61% |
| PETR4 BS     | 0,17%  | 1,61% |
| QUAL3 BS     | 0,10%  | 1,61% |
| RADL3 BS     | 0,27%  | 1,61% |
| RAIL3 BS     | 0,17%  | 1,61% |
| RENT3 BS     | 0,13%  | 1,61% |
| SANB11 BS    | 0,06%  | 1,61% |
| SBSP3 BS     | 0,17%  | 1,61% |
| SMLS3 BS     | 0,04%  | 1,61% |
| TAE11 BS     | 0,14%  | 1,61% |
| TIMP3 BS     | 0,01%  | 1,61% |
| UGPA3 BS     | 0,44%  | 1,61% |
| USIM5 BS     | 0,24%  | 1,61% |
| VALE3 BS     | 0,04%  | 1,61% |
| VIVT4 BS     | 0,29%  | 1,61% |
| VVAR3 BS     | 0,12%  | 1,61% |
| WEGE3 BS     | 0,00%  | 1,61% |

|               |       |
|---------------|-------|
| Rf            | 6,40% |
| Rf Diaria     | 0,02% |
| Rp            | 0,12% |
| Sigma Cuadrac | 0,02% |
| Sigma         | 1,36% |
| Sharpe        | 7,84% |

Para el cálculo de Sortino, en primera instancia, se calculan las rentabilidades de cada acción ponderada por el porcentaje del portafolio para así obtener el retorno diario del portafolio. Posteriormente se le resta la tasa libre diaria de los bonos del Tesoro Brasileiro para así según un criterio *mínimo de entre cero y la diferencia previamente mencionada* se pueda obtener el downside risk que tiene como objetivo estimar cual es el riesgo que el rendimiento real sea inferior al rendimiento esperado para de esta forma finalmente calcular el Ratio de Sortino; que a diferencia de Sharpe, divide el rendimiento del portafolio descontada la tasa libre de riesgo sobre el downside risk y no sobre la varianza del portafolio, para el trabajo desarrollado este indicador para el índice sostenible es 4.81% mientras para el índice tradicional es 4.47%

Finalmente, teniendo en cuenta este tipo de indicadores de rendimiento y riesgos son medidas basadas en supuestos de distribución de retorno y riesgo gaussiana se hizo un test de normalidad en Stata que nos permitiera ver el comportamiento de las series estudiadas y concluye lo siguiente:

- Los resultados muestran que los errores no tienen una distribución normal, sin embargo esto no afecta la estimación por MCO que se realizó.
- Si bien los estimadores no se ven afectados por la no normalidad de los errores, estos estimadores no son MELI

```

1. use ISIndex BBA33BBS BBOC3BS BBOC3BS BR33BS BTOW3BS CCOR3BS CIEL3BS CING3BS CING3BS CP
5 NIBS LAE3BS LAE3BS LIOT3BS LE3BS M3E3BS M3E3BS M3E3BS M3E3BS M3E3BS M3E3BS M3E3BS M3E3BS M3E3BS

```

| Source   | SS         | df  | MS         | Number of obs = | 373      |
|----------|------------|-----|------------|-----------------|----------|
| Model    | .944252576 | 32  | .001382893 | F(32, 340)      | = 276.45 |
| Residual | .001700782 | 340 | 5.0023e-06 | Prob > F        | = 0.0000 |
| Total    | .945953357 | 372 | .000123531 | R-squared       | = 0.9430 |
|          |            |     |            | Adj. R-squared  | = 0.9355 |
|          |            |     |            | Root MSE        | = .00224 |

| ISIndex | Coef.     | Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |
|---------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|
| BBA33BS | .0133026  | .008676   | 1.76  | 0.079 | -.0017629 .0223681   |
| BBOC3BS | .0094959  | .0178658  | 0.48  | 0.635 | -.0266687 .0436366   |
| BBOC3BS | .0552498  | .0183092  | 3.12  | 0.002 | -.0202338 .0216683   |
| BBOC3BS | .0363708  | .0054307  | 6.70  | 0.000 | -.0256888 .0470528   |
| BTOW3BS | -.0110637 | .0048481  | 2.49  | 0.013 | -.0023283 .0197959   |
| CCOR3BS | .0508712  | .0090319  | 5.63  | 0.000 | -.0331057 .0686367   |
| CIEL3BS | .0792152  | .0077645  | 11.63 | 0.000 | -.0750027 .1055879   |
| CING3BS | .0071392  | .0080207  | 0.88  | 0.382 | -.0098708 .0243668   |
| CING3BS | .0207553  | .0087805  | 2.36  | 0.019 | -.0034666 .0380359   |
| CIEL3BS | .0145527  | .0070827  | 2.39  | 0.017 | -.0030212 .0308841   |
| DIEK3BS | -.0028248 | .0066412  | -0.47 | 0.640 | -.0147077 .0090581   |
| EOR3BS  | .0480841  | .0074266  | 6.55  | 0.000 | -.0101817 .0186639   |
| E3E3BS  | .0025892  | .0131891  | 0.20  | 0.845 | -.0233559 .0282597   |
| ELET3BS | .0095447  | .00817    | 1.17  | 0.244 | -.0065254 .0266148   |
| ELET3BS | .0195566  | .0096785  | 1.92  | 0.056 | -.0004807 .0375529   |
| EM3BS   | .0132236  | .0100185  | 1.32  | 0.184 | -.0063925 .0330297   |
| E3E3BS  | .0394921  | .0084992  | 4.64  | 0.000 | -.0370242 .0433599   |
| IT3A3BS | .0188028  | .0184546  | 1.02  | 0.309 | -.0174568 .0551025   |
| IT3B3BS | -.0200294 | .0171701  | -1.17 | 0.244 | -.0593026 .0137434   |
| IT3B3BS | .0902747  | .0235242  | 3.89  | 0.000 | -.0440094 .136546    |
| LE3B1BS | .0411254  | .0071094  | 5.80  | 0.000 | -.0471522 .0790987   |
| LAE3BS  | .0114893  | .0126589  | 0.91  | 0.365 | -.0136146 .0463912   |
| LAE3BS  | .0353874  | .0105471  | 3.36  | 0.001 | -.0146416 .0561333   |
| LIOT3BS | -.0095772 | .0081382  | -1.94 | 0.053 | -.0200717 .0001173   |
| LE3B3BS | .0771459  | .00901    | 8.56  | 0.000 | -.0554216 .0084663   |
| M3E3BS  | .0089008  | .0084658  | 1.05  | 0.291 | -.0074839 .0235599   |
| M3E3BS  | .0349497  | .0060718  | 5.72  | 0.000 | -.0215507 .0454368   |
| M3B1BS  | .0048307  | .0087387  | 0.55  | 0.581 | -.0123581 .0220155   |
| TIET1BS | .0301469  | .0091007  | 3.31  | 0.001 | -.0122462 .0480476   |
| TIET2BS | .0457729  | .0097713  | 4.69  | 0.000 | -.0265591 .0464988   |
| VIT3BS  | .0745824  | .0115116  | 6.26  | 0.000 | -.0511529 .0980124   |
| ME3E3BS | .0458472  | .0091897  | 4.99  | 0.000 | -.0277174 .0638223   |
| _cons   | -.0000226 | .0001192  | -0.19 | 0.850 | -.0022571 .0002119   |

Skewness/Kurtosis tests for Normality

| Variable | Obs | Pr(Skewness) | Pr(Kurtosis) | adj chi2(2) | joint Prob>chi2 |
|----------|-----|--------------|--------------|-------------|-----------------|
| resid    | 373 | 0.0004       | 0.0000       | 25.58       | 0.0000          |

### 3. CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se buscó analizar el comportamiento del mercado de valores de Brasil enfocado en el índice tradicional de acciones de Brasil (Bovespa) y el índice sostenible que reúne las compañías con mejores prácticas de gobierno corporativo, prácticas sostenibles que reúnen factores ambientales y sociales reglamentados por un marco ético.

Hoy en día las empresas corporativas están comprometidas con la estructuración y desarrollo de proyectos sostenibles y para lo anterior los mercados financieros están impulsando programas de financiación sostenible vía emisión de bonos verdes y deuda corporativa verde. Lo anterior busca que las compañías desarrollen proyectos que cumplan ciertos estándares que estén alineados con los compromisos de los países de reducir sus emisiones de dióxido de carbón.

Como muestra de lo anterior, el BBVA está ejecutando su plan “Compromiso 2025” que busca un equilibrio entre la energía sostenible e inversiones en combustible fósiles al movilizar 100.000 millones de euros financiación de proyectos de esta envergadura.

Basado en lo anterior, es importante resaltar que el presente trabajo de grado busca generar una aproximación diferente de portafolios de media varianza con un activo novedoso y que se espera esté en auge durante las próximas décadas como lo son los índices sostenibles.

A pesar de lo anterior y en línea con el paper “Performance Analysis of Sustainable Investments in the Brazilian Stock Market: A Study About The Corporate Sustainability Index” por Felipe Arias F y Carlos Samanez donde afirman que basados en los rendimientos totales de los índices y el ratio de Sharpe, el ISE se desempeñó cerca de su benchmark pero inferior al mismo.

Los resultados mostrados por el desempeño del índice de sostenibilidad de Brasil ISE (Corporate Sustainability Index) demostraron que durante el periodo que abarca del primero de junio de 2016 al 30 de noviembre de 2017, el índice tradicional Bovespa que incluye compañías no amigables con el medio ambiente como lo son las petroleras y las mineras tuvo un mejor desempeño al índice sostenible de Brasil que maneja prácticas de gobernanza que en un principio buscan ofrecer a los shareholder transparencia en la información corporativa que busca se traduzca en mejores rendimientos para los accionistas de la compañía.

A continuación un cuadro-resumen con los resultados de los índices:

|         | Promedio Retornos | Desviación Estándar | Sigma | Sharpe | Sortino |
|---------|-------------------|---------------------|-------|--------|---------|
| ISE     | 0,06%             | 1,11%               | 1,37% | 4,87%  | 4,81%   |
| Bovespa | 0,10%             | 1,31%               | 1,36% | 7,84%  | 7,83%   |

A pesar que los resultados continúan mostrando una rentabilidad superior del índice tradicional vs el índice sostenible, es importante resaltar que la tendencia de las compañías corporativas y el sistema financiero son el desarrollo y el estímulo en la financiación de prácticas sostenibles. Por lo tanto, en Colombia que cuenta con un mercado bursátil incipiente (en cuanto a volumen de negociación, número de compañías, compañías líquidas, etc) el desarrollo de un Índice Sostenible por parte de la Bolsa de Valores de Colombia que permita la financiación de proyectos amigables con el medio ambiente mediante el mercado de capitales, abrirá la posibilidad que se genere un mercado con mayor dinamismo integrado por varias empresas de todos los sectores que busquen maximizar la rentabilidad de los accionistas mediante prácticas corporativas

#### **4. Alcance Tesis**

El propósito principal de este trabajo de grado se centra en el desarrollo de análisis de portafolios basado en la teoría de H. Markowitz pero el subyacente estudiado es un activo no tipificado y que no ha sido implementado en varios países como lo son los índices de sostenibilidad y ver su desempeño versus los índices tradicionales que reúnen un número ilimitado de compañías de cualquier sector de la economía.

El presente trabajo abre la posibilidad para que se pueda investigar bajo nuevos ratios contemporáneos de performance como lo son el Omega Ratio que al igual que el indicador de Sharpe es una medida de rendimiento riesgo/retorno de una cartera de activos pero a diferencia de Sharpe no necesita que la serie de tiempo tenga una distribución normal pues se calcula al dividir la distribución de rendimiento acumulativa en un área de pérdidas y un área de ganancias relativas a este umbral. Adicionalmente se pueden generar pronósticos de las series de tiempo con metodologías estadísticas como Dickey Fuller.

## 5. Bibliografía

- Aguilar, S., Bouzas, R., & Molinari, A. (2010). Cambio Climático y Comercio Internacional: Algunas Implicaciones para América Latina. *Desarrollo Económico*, 33-57.
- Aldo, F. (2016). *Los Índices Bursátiles de Sostenibilidad: Registrando el valor del nuevo Paradigma (Parte II)*.
- Arias, F., & Samanez, C. (2013). *Performance Analysis of Sustainability Investments in the Brazilian Stock Market: A study about the Corporate Sustainability Index*. Springer.
- Bodie, Z., & Merton, R. (2003). *Finanzas*. Naucalpan de Juárez: Pearson.
- Brigham, E., & Ehrhardt, M. (2014). *Financial Management*. Mason, OH: Cengage Learning.
- Climent, F., & Soriano, P. (2011). Green and Good? The Investment Performance of US Environmental Mutual Funds. *Journal of Business Ethics*, 275-287.
- Dark, M., Daugherty, J., Grimson, W., & Campbell, P. (2014). Understanding the Global Energy Crisis. Taking Emerging Renewable Technologies to Market. En M. Dark, J. Daugherty, W. Grimson, & P. Campbell.
- Empresas Publicas de Medellín. (08 de 2017). *Empresas Publicas de Medellín*. Obtenido de Centrales de generación de transmisión y distribución de energía de EPM:  
<http://www.epm.com.co/site/home/institucional/nuestrasplantas/Energ%C3%ADa/ParqueE%C3%B3lico.aspx>
- Grinblatt, M., & Titman, S. (2003). *Mercados Financieros y Estrategia Empresarial*. Madrid: McGraw-Hill.
- International Energy Agency. (2016). *iea.org*. Obtenido de IEA:  
<http://www.iea.gov/outlooks/ieo/electricity.php>
- Investment, U. F. (21 de 10 de 2018). *The Forum for Sustainability and Responsible Investment*. Obtenido de US SIF.
- Ioannou, A., Angus, A., & Brennan, F. (2016). Risk Based Methods For Sustainable Energy System Planning: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1-14.
- Ioannou, A., Angus, A., & Feargal, B. (2017). Risk-based methods for sustainable energy system planning: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 602-615.
- Kahn, R., & Lemmon, M. (2015). SmartBeta: The Owner's Manual. *Journal of Portfolio Management*, 76-84.

- Lashgari, M. (2017). Goal Directed Portfolio Management: The Case for Sustainability. *Journal of Applied Business and Economics Vol. 19*, 19-26.
- Michael, R., Anne, K., & Stephanie, B. (2011). *Signaling Sustainability Leadership: Empirical Evidence of the Value of DJSI Membership*. Springer.
- Schmalensee, R. (1993). The Journal of Economic Perspectives. En R. Schmalensee, *Symposia: Global Climate Change* (págs. 3-10).
- Shank, T., & Benjamin, S. (2015). Investment strategies when selecting sustainable firms. *Financial Services Review 25*, 199-214.
- Sistema de Información Eléctrico Colombiano. (05 de 07 de 2017). *Proyectos de generación con registro vigente a Julio 5 de 2017*. Obtenido de <http://www.siel.gov.co/Inicio/Generaci%C3%B3n/Inscripci%C3%B3ndeproyectosdeGeneraci%C3%B3n/tabid/113/Default.aspx>
- Sistema de Información Eléctrico Colombiano. (31 de Diciembre de 2017). *Sistema de Información Eléctrico Colombiano*. Obtenido de Informe mensual de variables de generación y del mercado eléctrico colombiano: [http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2016/Segui\\_variables\\_dic\\_2016.pdf](http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2016/Segui_variables_dic_2016.pdf).
- Stephen, F., & C., H. (2007). *A Critical Review of Sustainability Business Indices and Their Impact*. Springer.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (12 de 2015). *Integración de las Energías Renovables No Convencionales en Colombia*. Obtenido de [http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion\\_Energias\\_Renovables/INTEGRACION\\_ENERGIAS\\_RENOVANLES\\_WEB.pdf](http://www.upme.gov.co/Estudios/2015/Integracion_Energias_Renovables/INTEGRACION_ENERGIAS_RENOVANLES_WEB.pdf)