

Los conceptos de salud financiera, riesgo y epidemiología en los estados
financieros de las compañías del sector de extracción de petróleo crudo y gas
natural en Colombia

Jorge Daniel Narváez

Cristian Sebastián Hernández Pabón

Trabajo de grado

Administración de empresas

Facultad de Administración

Universidad del Rosario

Bogotá D.C. Mayo de 2013

Los conceptos de salud financiera, riesgo y epidemiología en los estados financieros de las compañías del sector de extracción de petróleo crudo y gas natural en Colombia

Jorge Daniel Narváez

Cristian Sebastián Hernández Pabón

Trabajo de grado

Tutor

Dr. Fernando Juárez

Administración de empresas

Facultad de Administración

Universidad del Rosario

Bogotá D.C. Mayo de 2013

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad del Rosario por ser una parte fundamental en nuestro desarrollo intelectual y profesional durante la carrera; al Dr. Fernando Juárez por su apoyo y asesoramiento permanente en este proyecto de investigación.

Tabla de contenido

Glosario	V
Resumen	VI
Palabras clave.	VI
Abstract	VII
Key words.	VII
1. INTRODUCCIÓN	8
a) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	8
b) JUSTIFICACIÓN.	10
c) OBJETIVOS.	12
d) ALCANCE Y VINCULACIÓN CON EL PROYECTO DEL PROFESOR. ...	12
2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	14
2.1 Método de recopilación de la información.	14
2.2 Fundamentación teórica	14
2.3 Descripción del sector de extracción de petróleo y gas natural a nivel internacional	16
2.4 Descripción del sector de extracción de petróleo y gas natural a nivel nacional	20
2.5 El concepto de salud financiera en los estados financieros y su aplicación dentro del sector de extracción de petróleo crudo y gas natural en Colombia	25
2.6 El concepto de riesgo y su aplicación en los estados financieros del sector de extracción de petróleo crudo y gas natural en Colombia	30
2.7 La definición de epidemiología y el estudio de la salud y el riesgo en los estados financieros del sector de extracción de petróleo crudo y gas natural en Colombia.	40
3. CONCLUSIONES	45
4. RECOMENDACIONES.....	47
5. REFERENCIAS	49

Glosario

- ADM: Análisis discriminante multivariante
- ANH: Agencia nacional de hidrocarburos
- Commodities: Son productos básicos que se producen en grandes masas, caracterizados por un bajo grado de diferenciación.
- Concesiones: Son contratos en los cuales se estipula por una empresa pública, el derecho de explotación de un determinado recurso a terceros (empresas privadas).
- Holismo: Perspectiva metodológica que concibe el estudio de cualquier tipo de sistema, en función de su interconectividad, y cuyo análisis e interpretación se desarrolla de manera integrada.
- IED: Inversión extranjera directa
- Políticas anti-cíclicas: Son aquellos mecanismos utilizados por los gobiernos, para amortiguar y disminuir el efecto cíclico de la economía, caracterizado por los periodos de incertidumbre e inestabilidad.
- Riesgo operativo: Se refiere a la posibilidad de pérdidas financieras ante una contingencia o escenarios externos que no se pueden predecir.
- RNA: Redes neuronales artificiales
- Sistema complejo: Es un sistema compuesto por diferentes partes o subsistemas que están interconectados e integrados entre sí.
- VAR: Valor en riesgo

Resumen

El presente proyecto tiene como objeto identificar cuáles son los conceptos de salud, enfermedad, epidemiología y riesgo aplicables a las empresas del sector de extracción de petróleo y gas natural en Colombia. Dado, el bajo nivel de predicción de los análisis financieros tradicionales y su insuficiencia (Fabozzi, 2010), en términos de inversión y toma de decisiones a largo plazo (García, 1996), además de no considerar variables como el riesgo y las expectativas de futuro (Amat, 1999, p. 30), surge la necesidad de abordar diferentes perspectivas y modelos integradores (Sheikhi, 2011). Esta apreciación es pertinente dentro del sector de extracción de petróleo y gas natural, debido a la creciente inversión extranjera que ha reportado, US\$2.862 millones en el 2010, cifra mayor a diez veces su valor en el año 2003 (Olivera, 2011). Así pues, se podrían desarrollar modelos multi-dimensional (Najmanovich, 2001), con base en los conceptos de salud financiera, epidemiológicos y estadísticos. El termino de salud y su adopción en el sector empresarial, resulta útil (Jayasinghe, 2012) y mantiene una coherencia conceptual (May, 2005), evidenciando una presencia de diferentes subsistemas o factores interactuantes e interconectados (Richardson, 2008). Es necesario mencionar también, que un modelo multidimensional (multi-stage) debe tener en cuenta el riesgo (Fornero, 1999) y el análisis epidemiológico (Joffe, 2012) ha demostrado ser útil al momento de determinarlo e integrarlo en el sistema (Ospina, 2012) junto a otros conceptos, como la razón de riesgo y riesgo relativo (Juárez y Farfán, 2012; Socrates, 2010). Esto se analizará mediante un estudio teórico-conceptual, que complementa un estudio previo (ver Juarez y Farfán, 2012), para contribuir al proyecto de finanzas corporativas de la línea de investigación en Gerencia.

Palabras clave: Salud financiera, epidemiología, riesgo.

Abstract

This project aims to identify the concepts of health, disease, epidemiology and risk applicable to crude oil mining and natural gas companies in Colombia. Given the low level of prediction and failure of traditional financial analysis (Fabozzi, 2010) in terms of investing and making long-term decisions (García, 1996), as well as not consider variables such as risk and future expectations (Amat, 1999, p. 30), is necessary to address different perspectives and integrative models (Sheikhi, 2011). This assessment is relevant within the sector of oil and natural gas, due to increasing foreign investment which has reported U.S. \$ 2,862 million in 2010, a figure ten times greater than its value in 2003 (Olivera, 2011). Thus, it could develop multi-dimensional models (Najmanovich, 2001), based on financial health, epidemiological and statistical concepts. The concept of health and its adoption in the corporate sector, it is useful (Jayasinghe, 2012) and maintains a conceptual coherence (May, 2005), showing the presence of different subsystems or interacting and interconnected factors (Richardson, 2008). It is also necessary to mention that a multidimensional model (multi-stage) must take into account the risk (Fornero, 1999) and epidemiological analysis (Joffe, 2012) has proven to be useful when determine and integrate it into the system (Ospina, 2012) along with other concepts, such as odds risk and relative risk (Juárez and Farfan, 2012; Socrates, 2010). This will be analyzed using a theoretical-conceptual study, which complements a previous one (see Juarez and Farfan, 2012) to contribute to the corporate finance project of research line in Management.

Key words: Financial health, epidemiology, risk.

1. INTRODUCCIÓN

a) PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En el plano empresarial actual, la predicción de un estado de salud financiera y riesgo, es importante al momento de evaluar, valorar y tomar decisiones en una empresa (Enguínados, 1995). En este sentido, se debe desarrollar un modelo que ofrezca una perspectiva holística de la situación (Martens, 2011), es decir, que permita explicar el comportamiento e interrelación de las variables, bajo un ambiente de riesgo (Nicaise, 2010).

Existe una necesidad de encontrar nuevas herramientas para establecer el verdadero estado de las empresas, las cuales no cuentan con un método que brinde información fehaciente al momento de la toma de decisiones (Enguínados, 1994). Si bien es cierto que existen variados métodos para medir el estado de una compañía (Maquieira, 2006); éstos aparentemente siguen presentando vacíos, o al menos no se enfocan dentro de los intereses de la predicción de salud financiera o de medición (Bouchaud, 2003, pp. 1-2). Ante esta situación, es importante que se diseñen alternativas de modelos con predicciones más precisas.

Los vacíos presentes en las investigaciones, a pesar de todo, no obstaculizaban los adelantos que se hacían en este tema, e incluso se llegó a incluir en los estudios las redes neurales como instrumento para predecir el estado de una compañía en un lapso predeterminado de tiempo (Serrano, 1993). Las redes neurales es una de las opciones brindadas por varios grupos de estudio, entre otras cosas, porque se afirma de manera tajante la inclusión de modelos

forecasting que podrían determinar la posición de una compañía y que riesgos tendría a un plazo medio (Lacher, 1995).

Por supuesto hay varios estudios de pre factibilidad de una compañía, sin embargo no tienen en cuenta la perdurabilidad de la misma; ya que si nos atenemos a las precariedades de las herramientas de la época, éstos muy difícilmente lo harían y quedarían elementos excluidos dentro de los diferentes estudios. Hay que tener en cuenta que no sólo la salud financiera se toma como un todo, recordemos que el riesgo es otro concepto pendiente a descubrir y que además no se tocado a fondo. Uno de estos casos resultó ser el estudio realizado sobre un balance de un presupuesto en un hospital de enseñanza. Se tomó en cuenta las variables de los reportes de costo de dicha institución, y como el análisis de estos indicadores podrían determinar si la salud financiera se vio en cierta medida afectada por el *Balanced Budget Act* (Ley de Presupuesto Equilibrado) de 1997 (Phillips, 2004).

Las variables no solo vienen del sector de la salud, como hemos citado anteriormente, sino también proviene de otros sectores, y de otro tipo de empresas. Anteriormente hemos recalado en que el concepto de pronosticar la salud financiera de una compañía viene de los 80, en especial de mitades de ésta década, hasta el presente, sin embargo, hay intentos de predecir desde finales de los 70, que ciertamente no llegaron a una conclusión certera del tema (Altman, 1984). A pesar de todo, era un modelo inicial que pretendía determinar la probabilidad de bancarrota. Este modelo tenía por nombre The Altman Bankruptcy Predictor Model (Modelo de Altman de Predicción de Bancarrota), diseñado por dos economistas con el fin de estructurarlo como una estrategia; por lo pronto es solo otro intento más de establecer una relación entre indicadores internos con las fluctuaciones inherentes a la macroeconomía (Altman, 1984).

Los estudios a los que nos referimos en esta parte, incluyen los riesgos como una vertiente a tener en cuenta; por lo tanto, no se conforma con el bienestar financiero, sino como los préstamos que generan pérdidas preparan el camino para un futuro inestable dentro del mercado de los créditos (Altman, 1984). No solo ocurre en las instituciones prestadoras de salud, sino que también se pueden aplicar dentro de las economías locales; en otros casos se acentúa en el manejo de préstamos y de capitales regulados por los bancos centrales; con el fin de evitar un daño profundo en el bienestar de una economía, como es el caso de la Irlandesa, tal como describimos brevemente en el párrafo anterior (Kearns, 2004). Pero es de necesaria recordación, que aún se debe profundizar en modelos que utilicen los indicadores pertinentes y establezcan las relaciones necesarias entre éstos con el fin de acercarnos más a una herramienta más precisa de salud financiera.

Debido a esto el problema que se plantea es cuales son los conceptos de salud, enfermedad, epidemiología y riesgo aplicables a las empresas del sector de extracción de petróleo y gas natural en Colombia.

b) JUSTIFICACIÓN.

Los países desarrollados, son los que invierten gran parte de su PIB en investigación y desarrollo, continuamente generan valor agregado, y esto se establece en la relación que tienen varios indicadores de inversión en determinados países que no escatiman parte de su presupuesto como política pública en la inversión en capital humano, y que además, reduce brechas educativas. La necesidad parte del hecho que un país sin investigación deja de ser competitivo en toda su extensión, y que el elemento técnico genera innovación (Solow, 1957). En ningún momento, las potencias mundiales han abandonado

esta área fundamental de la academia; ya que ésta, a su vez, inspira a tener un interés por conocer cosas que no se saben aún o de las que no se tienen conocimiento alguno de éstos (Albornoz, 2010).

En varios informes de las aplicaciones en innovación y desarrollo, se indica que se ha generado un crecimiento mediante el aprendizaje y desarrollo de nuevas técnicas en un país; de esta forma, el constante crecimiento y cambio no solo genera beneficios a gran escala sino que también permite profundizar en materias anteriormente poco vistas, a los factores de producción (capital y trabajo) se le incorporan nuevos elementos como el aprendizaje y progreso técnico (Arrow, 1962).

El papel del estado cobra una importancia relevante ya que la propagación tecnológica no cubre todos los gastos invertidos por el mismo, sin embargo, es de beneficio sustancial el hecho de que el papel estatal en estos procesos se mantengan constantes y no declinen ante las primeras fallas, errores o falta de resultados de las investigaciones (Garay, 2004, p. 88). Es de común conocimiento que los grandes desarrollos pueden tomar no solo años sino hasta décadas de experimentación antes de llegar a un resultado medianamente aceptable y ni siquiera alcanzar la frontera internacional en Investigación y desarrollo (Katz, 2000).

En lo referente a la salud financiera, siempre es necesario un modelo serio sobre el estado real de una compañía en determinado sector, y no solo eso, sino requiere de un mínimo de profundización en conceptos matemáticos de relevante complejidad. La salud financiera, en caso de llenar los vacíos de los numerosos estudios, podría acercarse a pronosticar de alguna manera los cambios que se avecina para una determinada compañía y eso sería de un claro beneficio mundial, en especial si ayuda indirecta o directamente al crecimiento del PIB de cualquier nación (Kearns, 2004).

c) OBJETIVOS.

Objetivo General

Identificar los conceptos de salud, enfermedad, epidemiología y riesgo aplicables a las empresas del sector de extracción de petróleo y gas natural en Colombia.

Objetivos Específicos

- Describir el sector de extracción de petróleo y gas natural en el contexto internacional y nacional.
- Analizar los conceptos de salud, enfermedad, riesgo y epidemiología.
- Determinar la aplicabilidad de los conceptos de salud, enfermedad, riesgo y epidemiología al sector de extracción de petróleo crudo y gas natural.

d) ALCANCE Y VINCULACIÓN CON EL PROYECTO DEL PROFESOR.

La Universidad del Rosario cuenta con el grupo de investigación de GIPE (grupo de investigación de perdurabilidad empresarial), el cual está constituido por cuatro líneas de investigación. El presente proyecto hace parte de la línea de investigación de Gerencia, el cual tiene como fin contribuir a la generación del conocimiento, en la medida que desarrollara una serie de modelos, teorías y métodos, bajo una percepción holística, ofreciendo resultados en términos de

predicciones. El Doctor Fernando Juárez tiene dentro de esta línea, un proyecto de investigación en Finanzas Corporativas, donde incluye diversos estudios sobre salud y riesgo financiero, utilizando modelos de salud y riesgo, utilizando diferentes teorías y modelos los cuales incluyen la epidemiología y la estadística y el análisis matemático. De esta manera, la línea de investigación y el proyecto, en virtud de los resultados proyectados, podría ser pionera, debido a la insuficiencia y bajo nivel de precisión de los modelos actuales.

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 Método de recopilación de la información.

El presente proyecto, se basará en un tipo de investigación teórica-conceptual de carácter exploratorio. Con este proyecto se pretende generar nuevo conocimiento, mostrando una descripción teórico-conceptual que aborde perspectivas de salud financiera, epidemiología y riesgo que permitiría realizar predicciones más precisas, con respecto a los análisis financieros tradicionales, los cuales son insuficientes en la actualidad. El enfoque será cuantitativo, con un diseño teórico-conceptual exploratorio.

Para abordar el sector de extracción de petróleo y gas natural en Colombia, se recolectará información acerca del comportamiento del sector en los últimos 5 años, se consultarán las bases de datos y documentación procedente de diferentes fuentes, se compilará la información buscando estudios de caso de modelos de salud, epidemiológicos, situación del sector de extracción de petróleo y gas natural, se sistematizará la información y se extraerán las propuestas conceptuales más adecuadas al sector.

2.2 Fundamentación teórica

Los indicadores financieros tienen un carácter complejo al momento de analizar la salud financiera de una compañía (Pourali, 2011). Hay que tener en cuenta que en el mundo actual de inestabilidad económica, es necesario determinar herramientas que provean una mirada clara sobre la salud de la empresa (Laffarga, 1995), con el fin de establecer de manera concisa en qué estado se puede encontrar a futuro ésta y de qué manera actuar correctamente ante una situación de riesgo (Fernández, 1986).

Los estudios que se han realizado del tema han abarcado metodologías diversas que son de gran utilidad al momento de extraer información sobre este campo (Ruiz , 2000, p. 25). Los resultados sobre información, se denotan dentro de la investigación de *S&L Bankruptcy* (Ahorro y Préstamo Bancarrota), lugar en el cual, la estabilidad de un banco se vio afectada en su salud financiera (Elmer, 1988). Muchos conceptos han sido trabajados bajo distintas metodologías, entre ellas, la que introdujo la concepción del modelo complejo propuesto por Bertalanfy (Jayasinghe, 2011), pero es necesario encontrar herramientas que midieran el crecimiento y la durabilidad de las compañías (Young, 2007, pp. 317-318).

El concepto de salud abarca un sinnúmero de explicaciones, este concepto es múltiple, al igual que los enfoques teóricos y sus modelos derivados, (Juárez, 2011a). La dicotomía salud/enfermedad está presente en muchos estudios, en los que también se relaciona el estado de salud de las compañías de acuerdo a su estado bancarrota, quiebra o no quiebra (Aziz, 1989)

En última instancia, nos adentramos a los conceptos de epidemiología y riesgo financiero, que están presentes en distintos estudios. Estos conceptos se adaptan con la complejidad y sus subsistemas inherentes a la misma (Jackson, 2003, pp. 6-7). Otro concepto se suma a la investigación, tal como es la epidemiología, concepto pertinente por el sistema adaptativo complejo al que pertenece la salud (Baggaley, 2005) y que constituye solo un punto de vista preliminar que no necesariamente se concluye de manera concisa (Pearce, 2006). Además, damos breves detalles de lo que se ha encontrado sobre riesgo financiero; concepto que utilizamos constantemente en la investigación. Se incluyen de igual manera, otras herramientas como Valor en Riesgo (VaR), que consta de la medición y establecimiento de indicadores en los cuales se mide la sensibilidad de los mismos (Linsmeier, 2000), y que pueden generar mayor inestabilidad financiera sirviendo como herramienta fundamental para la Gerencia Financiera (*Financial Management*) (Jorion, 2009).

2.3 Descripción del sector de extracción de petróleo y gas natural a nivel internacional

La industria de extracción de petróleo y gas natural ha representado una gran importancia históricamente al día de hoy, dado que son las principales fuentes de energía en el mundo (Fronjosa, 2011), cuyo comportamiento en terminos generales ha sido creciente en el mercado mundial, liderando las exportaciones dentro el comercio de commodities por muchos años (Casparri, 2011, p. 101). Estas exportaciones actualmente, estan controladas en su mayoría por empresas estatales de los principales países exportadores del crudo, los cuales cuentan con el 60% de la producción mundial y el 80% de las reservas probadas, destacandose países como Arabia Saudita, Iran, Venezuela y Mexico (Petroleum Intelligence Weekly, 2011).

Los ingresos dentro de la industria petrolera representan un porcentaje considerable del ingreso fiscal e incluso la totalidad del mismo en algunos países (Espinasa, 2012). Esta situación se presenta sobre todo en aquellas economías, como las mencionadas anteriormente, donde el gobierno posee una participación mayoritaria en el sector energético y a través de una empresa estatal tiene el control monopólico del recurso. Sin embargo, tal dependencia por el petróleo y el gas natural como fuente principal de ingreso, ha demostrado ser considerablemente menos eficiente en las compañías nacionales que en las multinacionales o compañías privadas (Pirog, 2007, p. 16), sumado a otros efectos negativos en los cuales profundizaremos mas adelante.

El petróleo y el gas natural se han convertido en elementos dinamizadores de la economía global, debido a que son fuentes primarias que se consumen masivamente de forma directa (aquellas compañías que las usan para su refinación y producción de derivados) e indirecta (compañías que utilizan diferentes materias primas a base de este recurso en sus procesos). Lo anterior,

nos permite afirmar, que el sector de extracción de petróleo y gas natural es transversal en la economía de un país, en la medida, que está interconectado con los demás sectores económicos. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que tanto el petróleo como el gas natural son recursos no renovables y que están distribuidos de forma desigual alrededor del mundo (Smith, 2009), lo que genera inestabilidad en la oferta y la demanda, y por ende incertidumbre en el mercado.

De acuerdo al alto nivel de importancia e influencia que ha representado la industria petrolífera y de gas natural, se hace necesario realizar un análisis del sector con el objeto de identificar y explicar aquellas variables, que permitan entender su comportamiento y repercusión en la economía global, bajo un entorno dinámico e incierto. Para esta tarea, es preciso integrar diferentes modelos de complejidad, junto a disciplinas como la economía, política, psicología y meteorología (Juarez y Farfán, 2012), con el objeto de analizar al sector desde una perspectiva holística.

En primera instancia, el régimen político en un país, es sumamente determinante en el accionar del sector de extracción de petróleo y de gas natural, sobre todo cuando se tratan de medidas de nacionalización y privatización de la industria. Si bien es cierto, la industria petrolera actual está controlada en su mayoría por empresas estatales, hace más de 40 años las grandes compañías multinacionales producían el 89% del petróleo en el mundo, y hoy en día producen el 12% (Smith, 2009). Ante este panorama, han surgido distintos estudios que han demostrado que los países que optan por nacionalizar la industria obtienen resultados desfavorables con respecto a los que la privatizan.

Un ejemplo que permite ilustrar lo anterior, es Australia, que inició un proceso de privatización en los años 90 de la industria de gas natural, donde la mayoría de tuberías de transmisión eran propiedad del gobierno. Con la privatización, se atrajo el capital financiero de empresas extranjeras y nacionales, lo que permitió invertir

en infraestructura, con el fin de garantizar la provisión del recurso (Ibarzábal, 2011). Sin embargo, cabe aclarar, que en un periodo de post-privatización y globalización, el sector no es ajeno a la incertidumbre y a los cambios del contexto. Es por esto, que un proceso de privatización debe estar acompañado de mecanismos que ayuden a que el mercado sea lo más estable posible, a través de políticas regulatorias, energéticas y económicas.

En este sentido, si bien, el gobierno debe tener una mínima participación de la industria, (dado que es un contexto de libre competencia), debe promover el establecimiento de un cuerpo regulatorio independiente, que ofrezca garantías a los inversionistas extranjeros, es decir, que permita una claridad de roles, en donde la toma de decisiones y su administración financiera es independiente, con el objeto de formar un ambiente de negociación transparente, creíble, predecible y legítimo (Kapika, 2010). De esta manera, la confianza inversionista y las inversiones a largo plazo crecen, ya que es posible evitar ciertos riesgos de inversión, como la expropiación por parte del gobierno, un cambio de régimen etc.

Otro caso concreto que representó beneficios con la privatización y en general con la inversión extranjera directa (IED), es el de Argentina, que en 1988 se encontraba sumida en una crisis caracterizada por la alta hiperinflación y una elevada deuda, que afectaron directamente a YPF (Yacimientos Petrolíferos Fiscales), la empresa estatal que tenía la mayor participación sobre la industria petrolera argentina (Serrani, 2011). Sumado a esto los requerimientos de la deuda, limitaron su producción en un momento que el consumo aumentaba, sobre todo porque los precios del combustible eran subsidiados para los consumidores.

A partir de esto, con las reformas estructurales del gobierno de Menem, se desregularon los mercados y se privatizaron las empresas estatales, lo que mejoró los indicadores de desempeño sectorial, con mayores niveles de inversión, producción y eficiencia, donde la renta en 1988 era de 17% para los productores,

128% para los consumidores y un -45% de renta negativa para el estado, sin embargo en 1992 con la desregulación los índices mejoraron respectivamente así: 34%, 47% y la renta para el estado fue positiva con 19% en términos de regalías y otros impuestos (Gadano, 1998, p. 59).

Así pues, es evidente, que la privatización ha sido un factor importante para estabilizar el sector petrolero en algunos países, gracias a un marco legal que promueve la libre competencia y la confianza inversionista. No obstante, la privatización no garantiza flujos constantes de entrada de capitales, ya que la inversión en esta industria es un proceso multi-dimensional y de carácter complejo, dado que depende de múltiples variables tales como políticas monetarias, gubernamentales, económicas, volatilidad de los precios etc (Ibarzábal, 2011).

La situación de la industria energética rusa en 1998 es una clara muestra de lo mencionado en el apartado anterior. En este país, si bien las compañías privadas conviven con las estatales bajo un marco de libre competencia en el mercado, en 1998 se vieron afectadas fuertemente, por una política económica débil, donde por un lado, se presentaron problemas fiscales gracias a un mecanismo ineficiente de cobros tributarios (baja capacidad de recuperación de la cartera) que se tradujo en el crecimiento de la deuda doméstica (Gaddy, 1998). Por otro lado, se aseguraron altas tasas de interés a los inversionistas, en un momento en el que cayeron los precios internacionales del crudo hasta 11 dólares el barril (Chiodo, 2002), dejando expuestas a las compañías del sector.

Ante un panorama, en el que ingresa al país un capital especulativo (debido a las altas tasas de interés) sumado a la deuda interna, y a no contar con políticas anti-cíclicas que ayudaran a soportar el déficit presupuestario, el país entró en crisis al declarar moratoria en los pagos a los inversionistas y a los bancos (Merlevede, 2009). Lo anterior, refleja claramente un comportamiento no-lineal, en

donde un cambio en el precio desencadenó el crecimiento desmesurado de la deuda pública, provocando a su vez la insolvencia del gobierno.

Como se ha podido observar hasta este punto, el sector de extracción de petróleo y gas natural está condicionado actualmente por múltiples factores, como la volatilidad de los precios, la intervención del gobierno, la inversión, las variaciones de la oferta y la demanda, la competencia con fuentes de energía alternativas (renovables) entre otros, que hacen del sector un sistema con un comportamiento difícil de predecir.

2.4 Descripción del sector de extracción de petróleo y gas natural a nivel nacional

Historicamente en Colombia el sector de extracción de petróleo y gas natural ha estado estrechamente vinculado con la economía nacional, representando una importante participación del PIB nacional, las exportaciones, la inversión extranjera directa y los ingresos tributarios.

La actividad petrolera y gasífera en Colombia comenzó a estructurarse formalmente a partir de la constitución 1886, en la que se estableció como principio la propiedad del Estado sobre el subsuelo y sus recursos no renovables, dando origen al pago de regalías por parte de los explotadores de estos recursos. Bajo este marco legal, las actividades de exploración y explotación del recurso, estuvieron a cargo de empresas multinacionales (concesiones), debido a las limitaciones tecnológicas y de inversión del momento (Vasquez, 1994). Sin embargo, en 1951 entra al mercado la empresa estatal petrolera Ecopetrol, en un momento en el que la producción creció considerablemente desde los años 40 hasta 1970, gracias al descubrimiento de importantes yacimientos petrolíferos (Martínez, 2011).

Posteriormente, en 1969 el esquema de contratacion cambia de la concesiones a los contratos de asociacion, bajo los cuales la empresa estatal (Ecopetrol) trabaja en conjunto con otras empresas internacionales en tareas exploracion y perforacion (Giraldo, 2005). No obstante, de forma paralela la produccion caía debido a un problema en la planificacion del ciclo productivo, donde el alto ritmo de explotacion de las reservas era desproporcionado con respecto a los hallazgos de yacimientos y adicionalmente la desaceleracion de la inversion agudizo la crisis de suministro (López, 2012, p. 62).

Teniendo en cuenta este panorama, el resultado inmediato fue la reduccion de las exportaciones, las cuales alcanzaron su punto mas álgido en 1974 con la suspension de los despachos, y que derivó, en que el pais se convirtiera en un importador neto de petroleo durante 1976 a 1985, cuando los precios del petroleo estaban en alza (Giraldo, 2005).

A partir de 1986 la produccion petrolera se reactivó gracias a importantes descubrimientos petroleros como los de Caño Limón, Cusiana y Cupiagua alcanzando uno de sus punto mas altos en 1999 (Martinez, 2011). Esta situacion, se atribuyó a la confianza inversionista promovida por las tendencias mundiales de mayor participacion estatal en la industria, en un momento en el que Ecopetrol se vió beneficiado por el esquema contractual de la epoca (de asociacion-gran participacion de los contratos). En este periodo de bonanza petrolera, si bien se pueden resaltar aspectos positivos como el crecimiento de las inversiones o la apreciacion del peso (Montes, 2013, pp. 29-30), tambien es cierto que el gasto publico aumento en una mayor proporcion con respectos a los ingresos, lo que condujo al aumento de la deuda publica (Uribe, 2011, p. 15).

De esta manera, comenzó una crisis que continuó empeorando debido a los altos niveles de produccion mundial (encabezado por Arabia Saudita) que condujeron a que los precios cayeran subitamente. Como consecuencia, se

desplomaron las ventas externas del petróleo y la inversión extranjera directa, la cual se agudizó aun más por los problemas de violencia del país (López, 2012, p. 66).

Como se ha podido detallar en distintos apartes durante este trabajo (ej. Caso Ruso), las políticas fiscales, regulatorias y/o monetarias son fundamentales para estar preparado en un contexto de incertidumbre y crisis eventuales. Es por esto, que el estado colombiano decidió fortalecer el sistema financiero, con una política monetaria que redujera la inflación (a través de un tasa de cambio flexible) para contrarrestar los efectos de la caída de la demanda interna y una política fiscal anticíclica para apoyar el gasto social y de infraestructura (Uribe, 2011, p. 16).

En cuanto al sector petrolero propiamente, se creó la Agencia reguladora de hidrocarburos (ANH) en 2004, con el objeto de proveer al sector de una entidad independiente que administrara y regulara el recurso hidrocarburífero de la nación, limitando a Ecopetrol a funciones de exploración, producción, refinación y comercialización (Olivera, 2011). A partir de esta reforma en el marco institucional, la empresa estatal trabajaría bajo las mismas condiciones que sus competidores, lo que evitó un conflicto de intereses y una tensión con el gobierno, en la medida que permitió una transparencia en los roles y una gestión eficiente en la asignación de los bloques de exploración. Lo anterior, es una muestra de la aplicación del modelo noruego, el cual ha demostrado durante los últimos años resultados satisfactorios en materia de productividad, inversión y desempeño, tanto en Colombia como otros países que ha adoptado el mismo esquema regulador (Espinasa, 2012).

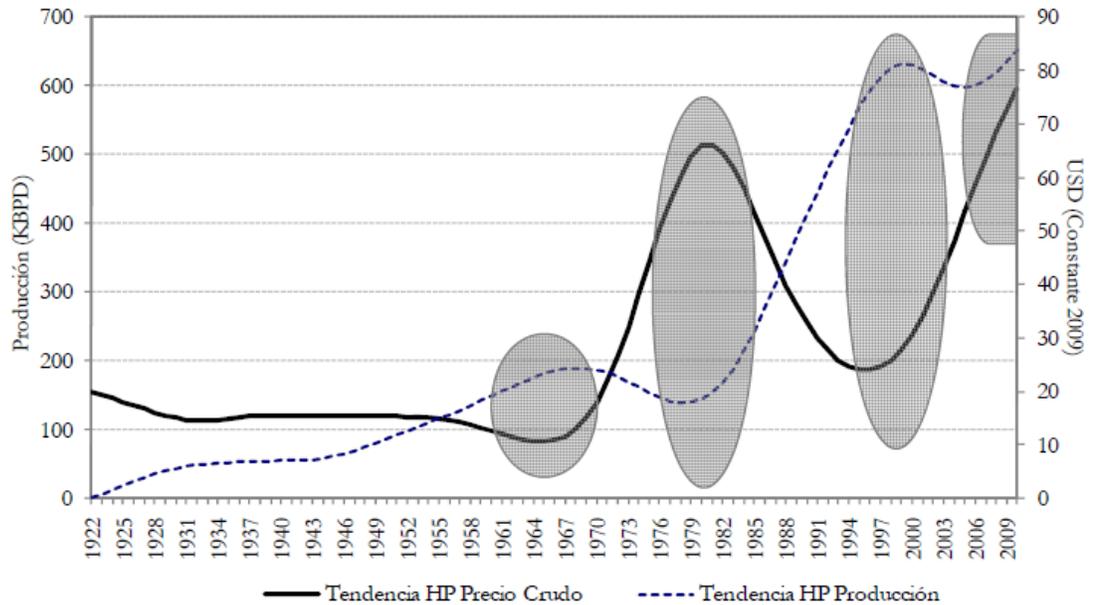
Gracias a las decisiones políticas y el marco institucional implementado, la economía Colombiana logró amortiguar los efectos de la crisis financiera del 2009, ya que registró un crecimiento positivo de 1,5%, contrario a la tendencia de los

países latinoamericanos que registraron una contracción en su actividad económica del 1,7% (Uribe, 2011, pp. 16-17).

Finalmente, el sector petrolero y gasífero en Colombia, si bien muestra características macroeconómicas similares con respecto a la dinámica mundial de la industria, también es cierto que evidencia un comportamiento singular y complejo, distinto a las tendencias globales.

Lo anterior, se refleja por medio de la relación que tiene la producción con los precios internacionales, la cual es inversa y hasta cierto punto paradójica durante los diferentes ciclos productivos del sector, donde, por un lado, cuando los precios estaban en alza y la oferta crecía de forma generalizada en el mundo, en Colombia los niveles de producción caían, y cuando el precio del petróleo se cotizaba a un bajo precio conducía a una desaceleración de la producción mundial, pero en Colombia ocurría lo contrario, como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

Precio y producción de crudo en Colombia



Fuente: Banco de la República-Borradores de Economía 692

Sin embargo, es necesario aclarar de igual forma, que en los últimos años, con las reformas políticas y la consolidación de un marco regulatorio independiente, el sector petrolero ha cambiado este comportamiento errático y ha comenzado a mostrar grandes progresos en materia de inversión y desempeño productivo. En este sentido y de forma consecuente, el sector sacó provecho de los altos precios internacionales, ya que, las exportaciones de hidrocarburos mantuvieron un comportamiento creciente, donde representaron el 49% de las exportaciones totales en 2011 frente a un 23% en el año 2003 (Montes, 2013, p. 48).

2.5 El concepto de salud financiera en los estados financieros y su aplicación dentro del sector de extracción de petróleo crudo y gas natural en Colombia

La salud financiera es un concepto que integra múltiples variables económicas y financieras, sin embargo también involucra distintos enfoques teóricos y modelos predictivos. En este sentido, cabe traer a colación, los estudios de los organismos vivos a través de diferentes campos de la ciencia (medicina, biología, biodinámica etc.), dada la utilidad que han representado en la construcción de este concepto y a los resultados satisfactorios en sus propios ámbitos de estudio.

En primer lugar, tanto un ser vivo como una compañía, se caracterizan por ser organizaciones complejas, cuyos resultados son producto de una amplia red de interacciones que involucran un alto grado de no-linealidad (Walleczek, 2000, p. 2). Si bien es cierto, una de las propiedades de un sistema complejo es la auto-organización o autogestión (ante un evento de no-equilibrio las interacciones entre los subsistemas tienden a sincronizar de forma espontánea su comportamiento) (Stacey, 1995), también se presentan situaciones emergentes que son impredecibles, y que en el mercado se traducen en problemas de inflación, política, tasas de interés entre otros (Hernández, 1998). Teniendo en cuenta este contexto, ciencias como la biodinámica han demostrado la imperativa necesidad de utilizar herramientas matemáticas que simulen escenarios que son difíciles de percibir y anticipar (Walleczek, 2000, pp. 4-5).

De acuerdo a lo anterior, han surgido estudios de predictibilidad basados en mecanismo matemáticos de redes neuronales artificiales (RNA), que han probado ser efectivos en las neurociencias (Rosa, 2001) y cuya aplicación se ha extendido al campo financiero, dada su habilidad para analizar y aprender pautar complejas (Herrera, 2008). La precisión de este modelo, radica en el hecho de que simula el comportamiento de uno de los sistemas más complejos existentes, el cerebro, en la medida, que tiene la capacidad de aprender a reconocer y clasificar patrones,

tal como lo reproduce y ejecuta nuestro sistema nervioso por medio de la interacción constante de millones de neuronas bajo un esquema de comunicación sináptica (Bosch, 1997).

El modelo neuronal, si bien, puede tener variaciones en sus métodos y mecanismos de aplicación, en esencia, maneja un mismo orden conceptual, sin importar el tipo estudio que se esté elaborando. En virtud de lo planteado, uno de los atributos más importantes de una red neuronal artificial es su arquitectura. Esta corresponde a la estructura de la red, la cual se compone por capas (layers) que pueden variar su cantidad de acuerdo a la complejidad del estudio y al número de variables involucradas (Balacco, 2011). De esta manera, se encuentran modelos sustentados en una sola capa (esta misma recibe las entradas y salidas de información) como el *Perceptron* desarrollado por Frank Roseblatt en 1957, que mostró resultados favorables en el reconocimiento de patrones, pero que no pudo reconocer caracteres complejos, ya que su alcance solo le permite resolver problemas linealmente separables (Izautireta, 2003).

Debido, a las limitaciones de este modelo, surgen las redes multicapa, las cuales se componen, en primer lugar por una capa de entrada por la que ingresa la información, posteriormente esta se procesa en una o varias capas ocultas (proceso no lineal) y por ultimo a través de una capa de salida se obtienen los resultados de la red (Bosch, 1997). A partir de este procedimiento es posible simular escenarios complejos, donde se ha demostrado su capacidad para elaborar predicciones con un alto grado de precisión.

Teniendo en cuenta, la importancia de las redes neuronales de tipo multicapa (en términos de capacidad predictiva), y a las limitaciones que han demostrado tener los análisis de ratios y ciertos modelos lineales (Ibarra, 2006), así como la importancia de los modelos no lineales (Omran, 2004), se ha motivado a que las RNA de este tipo, se apliquen de forma extensiva en distintas áreas de las finanzas, como lo es la administración de portafolios de inversiones, la evaluación de acciones y bonos, la predicción del precios de las acciones, estrategias de

cobertura y arbitraje entre otros, donde se destaca el alto grado de exactitud para predicciones a corto plazo de precios como en el caso del mercado de futuros y series financieras (Bosch, 1997).

En cuanto a la salud financiera empresarial, la aplicación de redes neuronales si bien no se han desarrollado de manera profunda, no han sido ajenas de estudio, por el contrario, es considerado uno de los modelos con mayor proyección y potencial en la predicción de bancarrotas (du Jardin, 2009a, 2009b). Así pues, para la adaptación de este método a nivel empresarial, es necesario en primer lugar, seleccionar de forma apropiada las variables o en este caso los ratios, independientemente del modelo predictivo que se esté utilizando.

Con lo anterior, nos referimos, a que los ratios se deben escoger en función del estado de salud de la empresa, y por tanto deben de forma conjunta e integrada abordar los aspectos financieros más relevantes de la empresa (liquidez, cobertura, solvencia etc), de lo contrario la investigación estaría sesgada desde el comienzo y no se podría cuantificar el éxito o fracaso financiero de la empresa. De acuerdo a esto, cabe resaltar el estudio exploratorio de Pascale (2002) entorno a la predicción de serios problemas financieros, en las empresas concesionarias de automotores de Argentina. En este estudio de caso, se obtuvieron 9 ratios como resultado de una exhaustiva depuración, que ingresaron posteriormente a una RNA multicapa, en el que las neuronas (variables) ingresaban a una capa de entrada y luego de un proceso de correlación iterativo, se obtenían resultados en un capa de salida, donde una neurona clasifica de forma binaria a las empresas (1 buenas financieramente, 0 malas financieramente) (Pascale, 2002).

En esa investigación se evidenciaron importantes resultados en términos de predicción temprana de serios problemas financieros, sin embargo también es necesario mencionar, que estos resultados al igual que él de otras investigaciones de este tipo, son preliminares y requieren un mayor desarrollo del modelo, ya que si bien es un modelo flexible, requiere a su vez mucho tiempo para su aprendizaje (Anegón, 2007), en la medida, que es neurodinámico, es decir, la red aprende,

recuerda, asocia y compara continuamente la nueva información con el conocimiento existente (Balacco, 2011), proceso que implica la definición de un gran número de parámetros antes de aplicar la metodología (Ricote, 2006).

Ante las dificultades que presenta el modelo neuronal para determinar el estado de salud de una empresa, es preciso resaltar el análisis discriminante multivariante (ADM), el cual si bien no es tan sofisticado como una red neuronal, en términos de clasificación (compañías enfermas y saludables) ha demostrado un nivel de acierto que no dista de los resultados obtenidos por el modelo neuronal (Pascale, 2002).

El análisis discriminante multivariante, es un método estadístico que surge como respuesta a la carencia de valor predictivo de los análisis descriptivos (ratios) y los modelos univariantes para determinar el estado de una compañía. En cuanto a los primeros, su principal error consiste en interpretar un gran número de ratios de forma aislada, sin establecer ninguna relación entre ellos, lo que genera resultados distorsionados de clasificación (Ibarra, 2006). En el caso del modelo univariable, impulsado principalmente por el investigador William Beaver (1966), representa una aproximación interesante en la que se incluyeron métodos estadísticos para la clasificación dicotómica (empresas en quiebra/empresas sin quiebra). Sin embargo, esta clasificación se realizó en función de una sola variable o ratio, el cual suponía ser la principal medida de quiebra de las empresas, donde se concentró especial atención a problemas de solvencia, desconociéndose otros aspectos que son determinantes en el estado de salud empresarial (Chung, 2008).

De acuerdo a lo planteado anteriormente, entorno a la necesidad de encontrar un modelo predictivo integrador, aparecen los estudios de Altman, los cuales se basaron en la predicción de bancarrota utilizando el análisis discriminante multivariante. El propósito de este método es utilizar herramientas estadísticas (como el Z-score propuesto por Altman) para clasificar cualitativamente a las empresas, de acuerdo a su estado dicotómico financiero (bancarrota/no bancarrota) (Haber, 2006). Este método estadístico-financiero

sugiere, que se deben integrar aquellos indicadores o ratios que definan las cualidades financieras fundamentales de una empresa (liquidez, rentabilidad, apalancamiento, solvencia y actividad), ya que la selección de los mismos condiciona la calidad de la predicción (Alzate, 2008). De esta manera el modelo de Altman proporcionó grandes avances en términos de predicción de quiebras, ya que se reportaron numerosos casos de éxito de su aplicación tanto en países desarrollados como en países emergentes, lo que permitió replicar y perfeccionar el modelo bajo distintos escenarios, donde se evidencio incluso en algunos casos una precisión superior al 90% de aciertos en términos de clasificación (Hayes, 2010).

En virtud de los resultados mostrados por el ADM, se ha intentado replicar este método en el sector de extracción de petróleo y gas natural en Colombia. Así pues, cabe resaltar el estudio del doctor Tomas Fontalvo (2011), el cual empleo el modelo del ADM para seleccionar aquellos indicadores que mejor discriminaran el estado financiero de las empresas del sector de extracción de petróleo y gas natural durante los años 2004-2009. De esta manera, se seleccionaron distintos indicadores de liquidez y endeudamiento, donde los ratios que mejor discriminaron la situación de la empresa fueron la razón corriente y el apalancamiento a corto plazo. Sin embargo, los resultados no fueron buenos debido a que la efectividad de la clasificación fue de 47% (Fontalvo, 2011).

La imprecisión de este método radica en la complejidad, al ambiente volátil y a ciertas variables incontrolables (variación precios internacionales, cambio política del gobierno etc.) propias del sector de extracción de petróleo y gas natural en Colombia, ya que este mismo modelo demostró un alto nivel de precisión de clasificación y replicabilidad en el sector de la salud Colombiano (Herrera, 2012) y en las empresas del sector de alimento en Barranquilla (Granadillo, 2012).

Así pues, dadas las condiciones externas e internas que caracterizan a la industria petrolera y gasífera, surgen ciertas relaciones e interacciones que no son

captadas por el análisis discriminante, y por tanto la clasificación dicotómica (salud/enfermedad) presentara predicciones poco fiables.

En este sentido, el presente trabajo plantea un modelo multi-dimensional que complemente las limitaciones del análisis discriminante, por medio de enfoques epidemiológicos y de riesgo, los cuales se profundizaran en los siguientes apartados, que ofrezcan en su conjunto una visión holística, y por ende una predicción más precisa del estado de salud de una empresa. Igualmente, es necesario considerar los modelos neuronales, los cuales, si bien, en términos de clasificación no mostraron mayor mejoría con respecto al análisis discriminante (Pascale, 2002), si han evidenciado por otro lado una alto grado de predicción de precios en el corto plazo (volatilidad) tanto en la bolsa de valores como en los precios del petróleo, lo cual se ha convertido en una herramienta efectiva para la administración del riesgo (Kulkarni, 2009).

2.6 El concepto de riesgo y su aplicación en los estados financieros del sector de extracción de petróleo crudo y gas natural en Colombia

En esta investigación se consolida una profunda temática financiera en la cual se adentra al manejo de modelos de predictibilidad, que se articulan de manera coherente con los distintos factores internos financieros propios de indicadores de medición; es decir, que sintetizen de manera correcta los análisis hechos al sector petrolero en el país. Es de común conocimiento que muchos de los estudios financieros realizados en el sector petrolero debe contener el factor de riesgo inherente a cualquier tipo de negocio, sino que en este caso es de mayor aplicabilidad dada la incertidumbre al momento del proceso exploratorio; por lo tanto, el riesgo debe estar incluido en el modelo predictivo al momento de evaluar la situación de una compañía. En principio el riesgo nos lleva a diseñar el modelo que impacte los estados financieros, en la medida que estos son los que proveen

la información base con la cual se empieza a elaborar la predicción. Los distintos tipos de riesgo siempre han sido de gran acogida al momento de realizar estudios y resúmenes consolidados en los que se encuentra parte de la investigación realizada.

El riesgo siempre ha sido inherente al mundo corporativo y de empresa, y éste no es ajeno en ningún momento al plano personal, incluso se puede decir que cada toma de decisiones debe tener un componente de riesgo en la vida, la cual constituye un proceso de interiorización y medición. En el mundo empresarial se acentúa más debido a las obvias presiones externas sobre el negocio, que no deja nunca de afectar sufrirlos y que además sirve como una presión extra para la competitividad (De Lara, 2005, p. 103).

Para comenzar a elaborar de manera clara un modelo acorde a las necesidades del sector petrolero y extracción de gas en Colombia es necesario profundizar en el primer concepto que se nos atraviesa en el camino; y en este caso es el riesgo que nombrábamos anteriormente, que nos debe brindar algún tipo de incertidumbre financiera dentro del campo de la investigación, de lo contrario no se aplicaría en un modelo. El riesgo es totalmente inherente a la predicción de escenarios tanto a favor como adverso, que se incluyen dentro de la lógica de los vaivenes del plano financiero. Un ejemplo claro de este revés lo podemos apreciar con más cercanía en una debacle financiera, o que en la exploración de un pozo no se encuentre el material, en tal caso es de difícil recuperación lo perdido en un escenario de total negatividad.

Un ejemplo clásico es el manejo que tienen los hogares de su situación financiera, en la que algunos estudios macro empresariales se han basado, con el fin de determinar el estado de riesgo dentro de un entorno dinámico y cambiante. Un hogar promedio enfrenta situaciones de riesgo al igual que las compañías, salvo que en el caso del hogar son sensibles al *shock* de los ingresos, dependerá de las características propias de cada hogar, sin olvidar las obvias diferencias que

es manejar un riesgo financiero familiar, a uno meramente corporativo (Fuenzalida, 2009).

La incertidumbre es una obvia característica del riesgo, ya que ésta encarna de manera más profunda lo que incluye el riesgo desde su origen y que además puede incluirse como característica fundamental y básica dentro del modelo. Hay diferentes niveles de grados de riesgo en el que no se puede cuantificar en su totalidad las pérdidas o ganancias con exactitud de cada una de las decisiones tomadas. Los entornos regulatorios deben ser intervenidos de alguna manera, y en esto se enmarca la administración del riesgo (Jorion, 2007, p. 49).

Es necesario tener en cuenta que cada etapa del análisis genera un valor mayor al riesgo y éste a su vez se consolida aún más dentro de una matriz mucho mayor que contiene vectores disímiles en los que se genera los escenarios variados. Dichas bases son tomadas de los estados financieros tomados de cualquier compañía petrolera, y de ahí se genera la información base de la que se puede tomar todo lo necesario para diseñar un modelo. Los estados financieros deben tener esos indicadores que mejor se ajusten al riesgo, de lo contrario la información no será de ninguna manera fidedigna sino más bien un análisis sin relación alguna con lo que se busca (Bouchaud, 2003).

Ese valor del riesgo debe tener en algún punto una forma de medición de lo contrario no será posible su inclusión en un gran modelo de predicción, ya que precisamente eso es lo que se busca, que todo valor riesgoso pueda ser medido independientemente de lo alto que pueda ser; en este punto hay que profundizar debido a la poca información local en este tipo de estudios, en algunos casos el riesgo subyace dentro de otros modelos de predicción pero éste no puede ser tenido en cuenta en los resultados finales, en principio porque no tiene una medición creíble de lo que se debe incluir dentro del riesgo y esto además genera una desviación mayor entre el valor dado contra el valor generado (Jorion, 2007, 75).

El riesgo genera un valor al indicador financiero escogido, en este caso es de vital importancia tener en cuenta que cada valor tomado puede decantar en otro campo adjunto al financiero, es decir, parte de ese riesgo se debe trasladar a las decisiones que en la mecánica se mantienen en los estados financieros, se deben reflejar dentro del análisis de valor en riesgo, sin embargo; aquel valor discutido, debe ser certero y real al momento de realizar la investigación. Si el valor en riesgo no se calcula correctamente, esto se deberá mandar a otro punto de la investigación, el cual debe consolidar varios indicadores del sector petrolero y gas en el país. Así como en el hogar hay grandes cambios que impactan debido a las regulaciones que no se pueden proveer, esos mismos impactos macroeconómicos también se pueden apreciar dentro del sector petrolero, tanto así que se debe evaluar el escenario de decisión que pueda estar planeado con antelación (Jorion, 2007, p. 31).

Los indicadores financieros de una compañía pueden ser extraídos de los estados de rentabilidad, en el caso tal que los pasivos tengan provisionado ese valor de riesgo en un determinado período de tiempo, al ser un detrimento lineal de período por período, puede darse la facultad de recalcular el riesgo de manera tangencial que no esquive los otros indicadores que pueden ser útiles también en la estimación de pérdida en ese horizonte del tiempo (Christoffersen, 2005). De esta manera, se empieza a mirar superficialmente la estimación del error, el cual debe entenderse no como un obstáculo sino una oportunidad gracias a la cual se puede verificar a más profundidad el escenario en el que se calcula el Valor en Riesgo (VaR), sin escatimar claro está, los demás vectores afectados dentro del cálculo del mismo.

En la estimación del cálculo podemos encontrar que parte de los obstáculos que tenemos en mente al momento de medir ese riesgo, es que la volatilidad del entorno no ayuda a que se fomente un cálculo detallado del mismo, cuya medida de inestabilidad no se cuantifica como tal en variaciones o desvíos sino que se pueden presentar en resultados mentirosos en que el fundamento y la base del

estudio se ve perjudicado por no tener en cuenta estos efectos adversos (Christoffersen, 2005).

En este sentido se pueden referir en algunos estudios adjuntos que requieren ser revisados con mayor profundidad del caso y que además dejan de lado algunas de las causas de mayores desviaciones, como es el caso de algunos realizados anteriormente en la capacidad de utilización de varios métodos de cálculo (Jorion, 2007, p. 565). La situación del cálculo de esta variabilidad se presenta cuando hay que estimar qué impactos se pueden generar de este estudio, en este punto, se profundiza que se debe tener en cuenta al momento de realizar el cálculo o el estudio de valores estimados. La necesidad de encontrar el punto de inflexión dentro del cual el error estimado se podría acentuar, nos hace preguntar qué puntos dentro de la investigación se debe mirar con cuidado (Christoffersen, 2005).

Es llamativo que después de varios análisis se tenga que admitir desde cierto punto de vista, que es necesario mantener un modelo anacrónico que sostenga ciertas bases de lo que se ha realizado con anterioridad, sin embargo, estas bases se deben modificar en estudios posteriores, de lo contrario se van a ver los mismos errores dentro de la medición del riesgo (Bouchaud, 2003, p. 184). Parte de la medición de ese riesgo brinda la gran oportunidad de planificar a futuro un proyecto de inversión en el que se pueda vislumbrar una paridad en los proyectos generados versus el dinero invertido. El capital perdido debe dinamizarse con cautela de acuerdo a ciertos principios de riesgo financiero; por lo tanto, en consecuencia de los avances realizados, el riesgo no se debe satanizar sino que se aprovecha de acuerdo a la oportunidad obtenida en cualquier inversión de negocios. Los flujos de capital en inversiones siempre están en constante circulación dentro de la medida clara del riesgo, en este caso, se mide el riesgo de proyectos mirando la perdurabilidad y beneficio del mismo a un futuro promedio (Besley, 2009, pp. 333-334).

La administración de una incertidumbre no es un tema sencillo de abordar, es de difícil recordación dentro de la medición del riesgo, incluye temáticas de difícil cuantificación y que además es muy complicado tener en cuenta el proceso al que se somete un flujo de capital en este punto con exactitud, y que además no suele ser consecuente con una medición externa sino que por lo general puede derivar en una lista de más errores no estimados y que llevan a una mayor desviación del riesgo en sí mismo. La incertidumbre siempre se maneja en ambientes hostiles y no llega a tener un impacto sino hasta el final del resultado. Por ejemplo, parte de este tema logra incentivar el uso de modelos más precisos de medición que no pueden de manera exacta estar entre los más revisados dentro del estudio. Se resalta de que hay distintas formas de incertidumbre como se denota anteriormente en el texto, y es en este plano que se expone que no toda incertidumbre tiene riesgo (Besley, 2009, pp. 402-403).

Ante la incertidumbre, los modelos de planificación del riesgo se mantuvieron estables por un tiempo, en especial se centraron en la sobreexplotación del Valor en Riesgo (VaR), midiendo variantes potenciales de los indicadores de los estados financieros y que simplemente sostienen una mediana valoración dentro de lo normal; sin embargo el grado de exactitud cambia de manera profunda dependiendo de cómo se tome los vectores para realizar el estudio (Bouchaud, 2003, p. 226). El método de cada uno de éstos siempre mantienen variantes al momento de profundizar en este tema, solamente que cada uno de éstos guardan diferencias entre uno y otro que varía demasiado.

Un ejemplo claro de esto es el estudio de Monte Carlo, utilizado en varias mediciones de valor en riesgo y que tiene la particularidad que es de bastante uso al momento de analizar los parámetros situacionales del riesgo; tales métodos como simulación histórica brinda una estabilidad propia de mediciones anteriores que se sustentan dentro de la lógica de los valores pasados en los flujos de dinero y que en un solo día puede tener una tasa de confianza dentro de un intervalo de

90% con el que se calcula en apenas un período de un día, y el otro 1% se tiene para el Valor en Riesgo, lo cual lo hace muy estrecho (Christoffersen, 2005).

Ahora bien, los estudios de Monte Carlo solamente consolidan el último cuartil empírico en una ventana móvil de los rendimientos, lo cual tiene una implicación meramente nominal que se entiende como la medición del riesgo dentro un valor en riesgo a calcular, sin embargo solo tiene ese efecto en un porcentaje estrecho dentro del margen de pérdida, cosa que por supuesto no incluye un margen de error estándar, que por lo general no se debería analizar alternativamente sino que se estima como un subvalor que no se tiene en cuenta (Christoffersen, 2005).

También es cierto que no todo el tiempo se debe asumir como obligatoriedad el uso de este margen de error, puesto que algunos modelos apenas han empezado a diseñarlo con el fin de obtener una mayor fiabilidad en el uso de estos modelos matemáticos que desencadenen en un estimado real del riesgo. En este sentido, algunos autores se han expresado bajo la premisa de no dejar de lado este tema y profundizar mucho más en otros casos donde se presente ese margen de error (Besley, 2009, p. 321).

En cualquier caso el margen de error no debe suponer un peso superior en el riesgo, ya que a pesar de no estar en las mediciones propias de los distintos métodos, el VaR no se debe desestimar de manera tajante, sino enfocar en consolidar más ese valor sin tener que quitar tanto de ese estimado sino que además en lo que respecta el mercado de derivados estos se pueden usar dentro del análisis del riesgo con la premisa que no necesariamente se deben utilizar los métodos anteriormente citados sino también otros de más básico calibre que también llegan a ser útiles dentro del campo de la maximización de valor (Smithson, 1998, p. 42).

Muchas de las herramientas propuestas han sido de gran utilidad en un paso más para la medición del riesgo y como éste se denota en los estados financieros, en ningún punto deja de ser un gran paso en los modelos de predicción a los que

queremos llegar. De cualquier forma, es posible que el Valor en Riesgo se tome como una base de partida en la que cada uno de sus componentes puede formar un modelo común para todo tipo de predicción como un modelo unimodal de maximización (Bouchaud, 2003, pp. 4-5).

Después de analizar a profundidad varios textos de riesgo, podemos decir que éste no se conforma con un simple valor nominal que se toma de primera mano (Christoffersen, 2005), sino también una conjunción de variados modelos matemáticos que significan que hay todo un proceso de sustentación por debajo del resultado final que sin embargo no determinan de manera cierta un atajo a la predicción de los estados financieros, por ende es necesario que si se denotan la mayoría de estos podríamos tener la posibilidad de redistribuir ese valor en riesgo no sólo desde los activos sino también desde la propia estructura económica de la compañía que se puede ver afectada sobremanera por las turbulencias propias del mercado de valores de manera volátil o una crisis externa del entorno que varíe los factores básicos de capital y trabajo radicalmente (Fuenzalida, 2009).

El valor nominal al que hacemos referencia puede variar no sólo de activo a activo (Besley, 2009, pp. 187-188), también puede haber una fuerte incidencia en otros indicadores derivados de los estados financieros, por ejemplo, uno de los casos más emblemáticos es el cambio de acciones como activos sustentables del mercado, que sin embargo al tener mayor riesgo, es igualmente proporcional a la ganancia; sin embargo, es notable saber que los activos con bajo riesgo son los más apetecidos del mercado y encantan demasiado por el interés que generan y la seguridad que le brindan al comprador de dichas acciones, permitiendo alejar ese manto de incertidumbre que se alza dentro de la compra (Besley, 2009, p. 408). La administración financiera del riesgo permite esa libertad y ventaja, sin embargo también tienen un indicador del que se puede extraer dicha medición sin consecuencia alguna, hay que recordar siempre que un producto financiero puede derivar afectando la operación (Smithson, 1998, pp. 28-29).

Aunque no está de más advertir que las acciones en un mercado de valores, en especial en el sector petrolero poseen cierta seguridad entre los compradores por la inherente demanda de sus derivados y que se mantiene perenne en el tiempo, por lo menos hasta que se encuentre otra forma de combustible, y en esto se sostiene el riesgo de una posible compra en masa de acciones disponibles en el mercado, caso tal que si de repente una fluctuación inesperada propia del mercado, los efectos de la misma recaerá sobre los accionistas de la compañía (Besley, 2009, pp. 85-86). El valor en sí se redistribuye desde su valor porcentual hasta cada uno de los accionistas; es decir parte de los recargos que se absorben dentro de la compañía debe ser un riesgo premeditado dentro de una función de predicción lineal que se asemeja al riesgo adquirido con anterioridad dentro de una matriz de análisis (Bouchaud, 2003, p. 10).

Si en este punto el riesgo no recae en su totalidad en los accionistas, la compañía absorbe de manera premeditada dicha pérdida, sin embargo no se sabe de manera clara como reflejar ese impacto no esperado. Para lo cual se diseñan estos modelos de acción preventiva que disminuya la incertidumbre en mayor grado con el fin de evitar un desbalance o un choque financiero que acabe con la compañía (Jorion, 2007, p. 44). Las pérdidas del sector petrolera suelen ser grandes a medida que las proyecciones en la exploración de crudo no se llegan a concretar, es por ello que en este sentido nunca se llega a consolidar un modelo estándar que elimine la mayoría de los riesgos que se encuentran en esta industria que es la más grande del mundo. El riesgo operativo es el que más podemos encontrar dentro de la industria petrolera, ya que las fallas en el sistema no ayudan en el más mínimo; y en este sentido no aprueba una ayuda que es tan necesaria dentro de este campo de riesgos (De Lara, 2005, p. 163).

Se diría además que el sector petrolero es el que más riesgos acumula, dentro de su cadena de valor existen muchos procedimientos de gran cuidado, distintos a los de la extracción de gas, que si bien son muy inestables y peligrosos, no poseen el nivel de valor que si tiene el llamado “oro negro”, por ello nos

concentramos por el momento en la medición del riesgo en el sector petrolero. Solamente, con el fin de atribuirle, los riesgos que se atañen solo a este tipo de combustible fósil.

Aparte del anteriormente nombrado riesgo operativo, también hay que incluir los riesgos de reputación, es decir, el riesgo de desaprovechar una oportunidad única de negocio, que por supuesto debe tener un costo de oportunidad que se puede perder sino se mide o estima con suficiente anterioridad (De Lara, 2005, p. 114). El valor perdido debe ser de acuerdo a lo que cualquiera de estos dos riesgos financieros en los que incurra la compañía puede tener un obvio impacto negativo dentro de los estados de rentabilidad, y no sólo en los pasivos reales sino también en los estimados. La gestión de riesgo se debe manejar con mucho cuidado con el fin de salvaguardar los intereses no sólo de la compañía sino también de los accionistas que creyeron en ella en la inversión real realizada (Christoffersen, 2005).

También se puede aplicar el VaR en el sector petrolero, siempre y cuando se tenga en cuenta qué indicadores se deben apreciar al momento preciso para la medición de dicho riesgo; es fundamental recordar que entre menor sea el riesgo de la compañía mayor será el valor de la misma en el mercado (Besley, 2009, p. 259), el capital obtenido por ésta y que en el balance puede aparecer retenido todavía debe ser cuantificado dentro de la renta propia de la compañía, lo cual es bastante natural si se tiene en cuenta que parte de ese dividendo obtenido en la buena gestión del riesgo puede generar una mayor estabilidad al interior de la compañía.

Ahora bien, cuando una compañía petrolera se atreve a explorar una zona que no tiene una gran reserva de petróleo, la situación para dicha compañía se vuelve de inestabilidad, no en vano es un negocio con unos riesgos inmensos no sólo en el financiero sino también en el operativo como lo dijimos anteriormente. Parte de lo que hacen algunas compañías petroleras en determinadas zonas de conflicto, es asegurarse de que el agente económico no llegue a sufrir grandes

pérdidas sino las que estén suficientemente estimadas, y que deriven dentro de un rango aceptable que la compañía pueda pagar en un determinado período de tiempo (Christoffersen, 2005).

En varios casos se ha visto como los riesgos operativos de una petrolera pueden llegar a acarrear una destrucción no sólo medioambiental sino también de confianza que el inversionista tiene de la misma; en algunos casos no se llega a sostener después de grandes daños como en el caso de la BP Company (Compañía Británica de Petróleo), que después de la explosión de una plataforma en el Golfo de Mexico, tuvo que sufragar las grandes pérdidas que de este accidente se generaron (Smithson, 1998, pp. 299-300).

2.7 La definición de epidemiología y el estudio de la salud y el riesgo en los estados financieros del sector de extracción de petróleo crudo y gas natural en Colombia.

Este concepto reviste un interés en el plano medicinal que aún no ha sido del todo estudiado, por ende su aplicación al horizonte financiero genera aún más incertidumbre de qué resultados se han arrojado hasta el momento en estudios recientes. La epidemiología es un concepto por el momento un poco abstracto, ya que se liga al estudio de factores que ponen en riesgo un conjunto de personas o análisis de un entorno que se altera y afecta a dicho conjunto. No necesariamente es aplicado al campo clínico, sino también en otros como el financiero o el macroeconómico.

Primero hacemos algunos énfasis en que ésta viene ligada directamente con el concepto del riesgo, ya que éste a su vez viene asociado al concepto de exposición que en el aspecto clínico deja entrever una gran relevancia al momento de evaluar los detalles propios de la epidemiología (Caponi, 2007). El estudio de una epidemia no solo a nivel clínico sino también a nivel económico y empresarial

empieza a acentuar cómo se puede afectar todo un sector de la economía como el petrolero en nuestro caso.

Comenzamos con un caso meramente clínico que se consolidó dentro de una zona delimitada de Argentina, más exactamente en la ciudad de Córdoba, donde se realizó un estudio epidemiológico en una población adulta y que cubre alrededor del 15 al 20 por ciento de una enfermedad cardiovascular (HTA) (Nigro , 1998). Se consolidó una encuesta domiciliaria en la que parte de un universo poblacional respondía sobre algún padecimiento cardiovascular. A pesar de los escasos datos se puede apreciar como dicho padecimiento cubre un porcentaje estable de la población que está en factores de riesgo como el sedentarismo, las malas condiciones medioambientales, y por último patrones de comportamiento (Durán, 2005).

En el caso que nos concierne estudiar dentro de este estudio, la epidemiología se combina con factores de riesgo que alteran el entorno económico de una compañía petrolera. En este caso la epidemiología puede comportarse como un concepto básico de válida utilización dentro del marco del estudio que estamos realizando para modelos predictivos, y que no va en contravía de lo que se intenta aplicar. En la epidemiología se ve claramente una relación estrecha con el riesgo, y en esto se basa profundamente por los factores que alteran un grupo de cosas y como la exposición a esta inestabilidad pueden hacer que haya una epidemia (Greenland, 1995). Si se mira de manera superficial, también encontramos que el sector petrolero en Colombia presenta una buena salud debido al boom minero energético, pero que al momento en que algo afecte la locomotora de este sector, la tendencia puede cambiar como en efecto está sucediendo.

Por el momento, realizando un pequeño análisis, podemos decir que la epidemiología nos daría mayores resultados al momento de evaluar que tan bien estamos dentro de la producción mundial de crudo, el cual ha estado enteramente ligado al interno del país. Hay que recordar que de acuerdo a los datos de la

Unidad de planeación minero energética, el país se ha visto abocado a una nueva cultura extractiva que no se veía en décadas dentro del sector, y que además ha permitido vivir de esas regalías que han beneficiado las arcas del estado. Las cifras concuerdan que llevamos un sostenido crecimiento de casi el millón de barriles. En el sector hasta el momento no se vislumbra en el horizonte una epidemia, sin embargo aún no se ha aplicado un modelo predictivo para saber en qué punto se debe enfocar para mirar a que está expuesto el sector, aparte de la subida y bajada de precios pero que no aplica un riesgo común a tener en cuenta en un riesgo epidemiológico (Greenland, 1995).

Por otro lado, en cuanto a la salud financiera es un concepto relativamente reciente que buscaba establecer en qué posición se encontraba las empresas con referencia a sus estados financieros como era normalmente realizado, sin embargo no cuentan con un método que brinde información fehaciente al momento de la toma de decisiones (Enguínados, 1994). Si bien es cierto que existen variados métodos para medir el estado de una compañía (Maquieira, 2006); éstos aparentemente siguen presentando vacíos, o al menos no se enfocan dentro de los intereses de la predicción de salud financiera o de medición (Bouchaud, 2003, pp. 1-2). Ante esta situación, es importante que se diseñen alternativas de modelos con predicciones más precisas. El estado de una compañía en un lapso predeterminado de tiempo, con la curiosa participación de redes neurales que se aplicaron al estudio de cómo estaba la compañía (Serrano, 1993).

Las redes neuronales ofrecieron la posibilidad de adentrarnos en otros tipos de estudio el cual entre otras cosas, permite la fuerte inclusión de modelos de pronóstico de salud financiera en el que se adentran la inclusión de modelos forecasting que podrían determinar la posición de una compañía y que riesgos tendría a un plazo medio (Lacher, 1995).

Los estudios de pre factibilidad de una compañía ya se tenía en mente desde hace años sino que hasta este momento no se tenía un concepto tan clave como la perdurabilidad de la misma; ya que si nos atenemos a las precariedades de las herramientas de la época, éstos muy difícilmente lo harían y quedarían elementos excluidos dentro de los diferentes estudios. Hay que tener en cuenta que no sólo la salud financiera se toma como un todo, recordemos que el riesgo es otro concepto pendiente a descubrir y que además no se tocado a fondo. Uno de estos casos resultó ser el estudio realizado sobre un balance de un presupuesto en un hospital de enseñanza. Se tomó en cuenta las variables de los reportes de costo de dicha institución, y como el análisis de estos indicadores podrían determinar si la salud financiera se vio en cierta medida afectada por el Balanced Budget Act (Ley de Presupuesto Equilibrado) de 1997 (Phillips, 2004).

Hay variables cambiantes que se transforman constantemente dentro de los estudios presentados en anteriores ocasiones, y no proviene solamente del campo clínico sino también proviene de otros campos aparte del clínico y que simplemente no solo se adentran en hospitales sino en varios. El concepto de pronosticar la salud financiera de una compañía viene desde los años 80, en especial de mitades de ésta década hasta el presente, hay intentos de predecir desde finales de los 70, que ciertamente no llegaron a una conclusión certera del tema pero que generaron breves desarrollos (Altman, 1984).

A pesar de todo, existía un modelo inicial que pretendía determinar la probabilidad de bancarrota. Este modelo tenía por nombre The Altman Bankruptcy Predictor Model (Modelo de Altman de Predicción de Bancarrota), diseñado por dos economistas con el fin de estructurarlo como una estrategia; por lo pronto es solo otro intento más de establecer una relación entre indicadores internos con las fluctuaciones inherentes a la macroeconomía (Altman, 1984).

Los estudios a los que nos referimos en esta parte, incluyen los riesgos como una vertiente a tener en cuenta; por lo tanto, no se conforma con el bienestar financiero, sino como los préstamos que generan pérdidas preparan el camino para un futuro inestable dentro del mercado de los créditos (Altman, 1984). No solo ocurre en las instituciones prestadoras de salud, sino que también se pueden aplicar dentro de las economías locales; en otros casos se acentúa en el manejo de préstamos y de capitales regulados por los bancos centrales; con el fin de evitar un daño profundo en el bienestar de una economía, como es el caso de la Irlandesa, tal como describimos brevemente en el párrafo anterior (Kearns, 2004). Pero es de necesaria recordación, que aún se debe profundizar en modelos que utilicen los indicadores pertinentes y establezcan las relaciones necesarias entre éstos con el fin de acercarnos más a una herramienta más precisa de salud financiera.

En este sentido, también se deben identificar razones financieras representativas (Chagolla, 2008, p. 249; Omran, 2004) y un método que permita categorizar las compañías del sector, en virtud de un concepto dicotómico de salud/enfermedad (Ben, 2011) y un método multidimensional (ver Ward, 1999). Esto se ha realizado ya en diferentes estudios tales como en Juárez (2011b) y Juárez y Farfán (2012), con una utilización combinada de métodos estadísticos y epidemiológicos, también en Juárez (2010a, 2010b) donde se utiliza una combinación multivariada para determinar la salud financiera. Por otra parte, las características sumamente complejas del sector de gas natural también han sido puestas de manifiesto en otro trabajo (Juárez, 2012). En este sentido, lo expuesto ayuda a profundizar en las aplicaciones realizadas en estos estudios.

3. CONCLUSIONES

La predicción del estado financiero empresarial, continúa siendo un motivo de preocupación para economistas y empresarios, debido a que en la actualidad el nivel competitivo es muy alto, y en donde un gran número de empresas son relegadas por el mercado, ya que no cuentan con mecanismos de respaldo para prevenir su quiebra.

De esta manera, este trabajo hizo énfasis en los conceptos de salud, riesgo y epidemiología como una aproximación multidimensional y complementaria al análisis discriminante multivariante (ADM), aplicados al sector de extracción de petróleo crudo y gas natural.

El sector en sí mismo demostró la necesidad de un enfoque distinto, debido a la reducida eficacia tanto del ADM como del análisis tradicional de ratios. Esta situación, se debe a un comportamiento altamente incierto que caracteriza de forma única al sector petrolero y gasífero, tanto en Colombia como a nivel internacional, dado que es una industria transversal a todos los sectores económicos (alto grado de necesidad por ser una fuente primaria de energía). Se observó por ejemplo, que el régimen y las políticas regulatorias y monetarias asumidas por un país, son determinantes para la salud financiera del sector en general, ya que condicionan aspectos como la inversión, la productividad, la inflación, tasas de interés etc.

En el caso colombiano cabe aclarar, que esta situación es relativamente estable, sobre todo, por la creación de un organismo regulador como la agencia nacional de hidrocarburos (ANH), sin embargo, la situación de seguridad continua siendo una variable que afecta al sector.

En este sentido el sector muestra un comportamiento sumamente complejo, donde surgen interacciones de carácter no-lineal. De acuerdo a esto, este trabajo muestra las limitaciones tanto del análisis tradicional como del ADM para captar estas relaciones, por lo que se exploraron las redes neuronales artificiales (RNA),

las cuales, si bien conceptualmente tienen un gran potencial de aplicación, no se han desarrollado profundamente, dado su alto grado de dificultad.

En cuanto al concepto de epidemiología, parece muy interesante y tiene mucho que aportar dentro de los modelos de predicción, pero se requiere entender el concepto con mayor simplicidad y aplicabilidad. Los modelos requieren de un mayor soporte dentro de este tema, ya que además es muy poco lo que se ha aplicado en este tema.

Finalmente, con respecto al riesgo se exploró la herramienta del VaR, la cual requiere un rediseño que ayude a incluir el margen de error, de lo contrario será una herramienta incompleta que no produzca ningún valor agregado de mayor exactitud; por lo tanto, los módulos matemáticos expuestos en varios estudios pueden que teóricamente brinden la posibilidad de calcular un valor cercano al que se encuentra en riesgo; no obstante, se recomienda revisar si del paso teórico se está aplicando con certeza en la realidad.

Los indicadores de los estados financieros se están tomando en unos estudios y en otros no, es de suma utilidad lograr un margen estándar de los objetivos a lograr. Por otro lado, es necesario integrar el riesgo con el margen común descrito anteriormente, ya que en algunos casos se ha logrado cuantificar el riesgo en un valor nominal, sin embargo, no ha sido posible adecuarlo a las necesidades propias que requiere una medición de este estilo; en cuyo caso no se tiene en cuenta algunas variantes externas a la compañía. Es posible que haya un vacío en este punto y que sea necesario analizar con mayor profundidad.

4. RECOMENDACIONES

El enfoque de salud financiera, riesgo y epidemiología, debe proyectarse como una necesidad para el sector petrolero y gasífero, por medio de la formulación de un modelo multi-dimensional que demuestre un nivel de precisión con respecto a los modelos actuales.

Independientemente de la metodología o el enfoque, la propuesta de un modelo de salud financiera en el sector de petróleo y gas natural, siempre estará amenazado por factores que difíciles de controlar (cambio de régimen, problemas de seguridad-perdida confianza inversionista, políticas monetarias regulatorias defectuosas etc). En este sentido, la aplicación de un modelo predictivo debe contemplar primero, el comportamiento del entorno del sector, con el objeto de ajustar el modelo a la dinámica externa.

Debido a la profundización realizada en los distintos estudios se puede concluir que es necesario diseñar un modelo multimodal, el cual está cerca de extraer los resultados de predicción necesarios, sin embargo, hay que mirar al detalle si los resultados arrojados son los necesarios para la toma de decisiones. En este punto se debe adentrar en varios estudios del riesgo como lo expone en su obra Christoffersen (2005).

La salud financiera probablemente es el concepto que mejor detalla lo que se intenta realizar, es decir, consideramos que de este concepto se pueden extraer datos para diseñar unas bases sólidas con las que cualquier modelo de predicción puede basarse y tener toda la información a la mano. Recomendamos que es necesario mantener el estudio a profundidad sobre este tema, ya que junto al riesgo, es de los que más pueden aportar a los nuevos modelos desarrollados para la predicción y que nos daría un camino más expedito a lo que se quiere lograr.

Este punto probablemente es el más importante, debido a que de acuerdo a nuestra investigación, cualquier sector de la economía incluyendo el petrolero se

vería beneficiado con que los anteriores conceptos pudieran integrarse aún más, ya que si se estudian por separado sus resultados serían poco confiables. Es fundamental que se logre entender y estudiar como unificar los criterios diferidos en cada uno de estos conceptos. Hemos notado la facilidad con la que se pueden integrar unos conceptos con otros, sin embargo en algunos como el de la epidemiología requiere una mayor profundización con el fin de generar un modelo de predicción más preciso.

5. REFERENCIAS

- Albornoz, M. (2010). El estado actual de la ciencia. *Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos*, 1(1), 13-26.
- Altman, E. (1984). Managing a return to financial health. *Journal of Business strategy*, 2(1), 31-38.
- Alzate, J. (2008). Cómo medir la quiebra de las empresas en Santander. El modelo logístico: una herramienta para evaluar el riesgo de quiebra. *Revista CIFE*, 1(13), 151-160.
- Amat, O. (1999). *EVA, Valor Económico Agregado* (19 ed.). Colombia: Grupo Editorial Norma.
- Anegón, F. (2007). La aplicación de Redes Neuronales Artificiales (RNA): a la recuperación de la información. *Anuari Socadi de Documentació i Informació*, 1(33), 147-164.
- Arrow, K. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economics Studies*, 29(3), 155-173.
- Aziz, A. (1989). Cash Flow Reporting and Financial Distress Models: Testing of Hypotheses. *Financial Management*, 18(1), 55-63.
- Baggaley, R. (2005). The epidemiological impact of antiretroviral use predicted by mathematical models: a review. *Emerging themes in Epidemiology*, 2(9), 1-18.
- Balacco, H. (2011). Modelización y Predicción de Series de Tiempo financieras utilizando redes neuronales, *Journal of the Department of Economics*, 57(1), 3-24.
- Beaver, W. (1966). Financial Ratios as Predictors of Failure. *Journal of Accounting Research*, 4(3), 71-111.
- Ben, C. (2011). The predictive Abilities of financial ratios in predicting company failure Malaysia using a classic univariate approach. *Australian Journal of Basic and applied sciences*, 5(8), 930-938.

- Besley, S. (2009). *Fundamentos de Administración financiera* (14ª ed.) México: Cengage Learning Editores.
- Bosch, J. (1997). Predicción de índices de futuros financieros mediante redes neuronales. *Swaps & Productos derivados*, 27(1), 19-21.
- Bouchaud, J. (2003). *Theory of Financial Risk and Derivative Pricing: From Statistical Physics to Risk Management* (1a ed.) Reino Unido: Cambridge University Press.
- Caponi, S. (2007). Viejos y nuevos riesgos: en busca de otras protecciones. *Cadernos de Saúde Pública*, 23(1), 7-15.
- Casparri, M. (2011). *Finanzas agropecuarias en un contexto de incertidumbre* (1 ed.). Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Chagolla, M. (2008). *Análisis e interpretación de la información financiera* (1ª ed.). México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Chiodo, A. (2002). A Case Study of a Currency Crisis: The Russian Default of 1998. *The Federal Reserve Bank of St. Louis*, 84(6), 7-18.
- Chung, K. (2008). Insolvency Prediction Model Using Multivariate Discriminant Analysis and Artificial Neural Network for the Finance Industry in New Zealand. *International Journal of Business and Management*, 3(1), 19-29.
- Christoffersen, P. (2005). Estimation risk in financial risk management. *Journal of Risk*, 3(5), 1-31.
- De Lara, A. (2005). *Medición y control de Riesgos financieros* (3ra ed.) México: Limusa
- du Jardin, P. (2009a). *Bankruptcy prediction models: How to choose the most relevant variables? Bankers, Markets & Investors*, 3(98), 39-46.
- du Jardin, P. (2009b). Predicting bankruptcy using neural networks and other classification methods: the influence of variable selection techniques on model accuracy. *Neurocomputing*, 73(12), 2047-2060.

- Durán, P. (2005) Consenso sobre factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en pediatría. *Obesidad. Archivo argentino de pediatría*, 103(3), 262-281.
- Elmer, J. (1988). An expert system approach to financial Analysis. *The Journal of the Financial Management Association*, 17(3), 66-71 (Versión online) <http://connection.ebscohost.com/c/articles/5031471/expert-system-approach-financial-analysis-case-s-l-bankruptcy>
- Enguínados, A. (1994). Los modelos de predicción del fracaso empresarial: Una aplicación empírica del Logit. *Revista española de financiación y contabilidad*, 24(78), 203-233.
- Enguínados, A. (1995). Utilidad de los modelos de predicción de la crisis empresarial. *Revista española de financiación y contabilidad*, 24(78), 281-300.
- Espinasa, R. (2012). Los dos mundos petroleros de América Latina. *Debates IESA*, 17(2), 26-27.
- Fabozzi, F. (2010). Tests of the performance of structural models in bankruptcy prediction. *The Journal of Credit Risk*, 6(2), 37-78.
- Fernández, A. (1986). El Diagnostico Financiero de la empresa. Nuevas tendencias en el análisis. *Revista española de financiación y contabilidad*, 16(49), 113-132.
- Fontalvo, T. (2011). Aplicación del análisis discriminante para evaluar el mejoramiento de los indicadores financieros en las empresas del sector extracción de petróleo crudo y gas natural en Colombia. *Revista soluciones de Postgrado EIA*, 1(7), 1-16.
- Fornero, R. (1999). Evidencias recientes acerca de las prácticas en las decisiones de inversión. *Cuaderno de Finanzas SADAF*, 47, 1-13.
- Fronjosa, E. (2011). El negocio Petrolero. *Cuaderno Unimetanos*, 25(6), 13-44.
- Fuenzalida, M. (2009). Riesgo financiero de los hogares. *Economía Chilena*, 12(2), 35-53.

- Gadano, N. (1998). *Determinantes de la inversión en el sector petróleo y gas de la Argentina*. Argentina: CEPAL.
- Gaddy, C. (1998). Russia's Virtual Economy. *Foreign Affairs*, 77(5), 53–67.
- Garay, L. (2004). *Colombia: Estructura industrial e internacionalización 1967-1996* (1ª ed.). Colombia: Biblioteca virtual del Banco de la república.[Versión Online]
<http://www.banrepultural.org/blaavirtual/economia/industrilatina/088.htm>
- García, M. (1996). Una reflexión crítica sobre el concepto y ámbito del análisis financiero y los objetivos de la investigación en materia de análisis de la información financiera. *Revista española de financiación y contabilidad*, 25(87), 403-427.
- Giraldo, A. (2005). Evaluación de los regímenes fiscales de petróleo en Colombia. En Barrios, A. (ed.), *¿Es atractiva la contratación petrolera para la inversión privada en Colombia?* (pp. 15-60). Bogota: Ediciones Antropos.
- Granadillo, E. (2012). Aplicación de análisis discriminante para evaluar el mejoramiento de los indicadores financieros en las empresas del sector alimento de Barranquilla-Colombia. *Ingeniare. Revista Chilena de ingeniería*, 20(3), 320-330.
- Greenland, S. (1995). Dose-response and Trend Analysis in Epidemiology: Alternatives to Categorical Analysis. *Epidemiology*, 6(4), 356-365.
- Haber, J. (2006). Theoretical Development of bankruptcy prediction variables. *Journal of Theoretical Accounting Research*, 1(2), 81-100.
- Hayes, S. (2010). A Study of the Efficacy of Altman's Z To Predict Bankruptcy of Specialty Retail Firms Doing Business in Contemporary Times. *Economics & Business Journal: Inquiries & Perspectives*, 3(1), 130-134.
- Hernández, J. (1998). Entorno y Empresa. *Cuadernos de Turismo*, 2(1), 85-100.
- Herrera, J. (2008). El Caos y las Redes Neuronales en la Economía y Finanzas Interpretando el desorden perfecto. *Modelado y predicción*, 7(1), 131-142.

- Herrera, T. (2012). Evaluación de la productividad de las entidades prestadoras de servicios de salud (EPS) del régimen subsidiado en Colombia, por medio del análisis discriminante. *Hacia la promoción de salud*, 17(2), 60-78.
- Ibarzábal, J. (2011). Natural gas infrastructure investment, regulation and ownership: the Australian case. *Policy Studies*, 32(3), 231-242.
- Ibarra, A. (2006). Una perspectiva sobre la evolución en la utilización de las razones financieras o ratios. *Pensamiento y Gestión*, 21(1) 236-271
- Izautireta, F. (2003). Redes neuronales artificiales. *Revista Charlas de Física*, 16(1), 1-15.
- Jackson, M. (2003). *Systems Thinking: Creative Holism for Managers* (1^a ed.). England: John Wiley & Sons, Ltd.
- Jayasinghe, S. (2011). Conceptualising population health: from mechanistic thinking to complexity science. *Emerging Themes in Epidemiology*, 8(1), 2-8.
- Jayasinghe, S. (2012). Complexity science to conceptualize health and disease: is it relevant to clinical medicine?. *Mayo Clinic Proceedings*, 87(4), 314-319.
- Joffe, M. (2012). Causal Diagrams in Systems epidemiology. *Emerging themes in epidemiology*, 9(1), 1-18.
- Jorion, P. (2007). *Value at risk : the new benchmark for managing financial risk* (3ra ed). Estados Unidos: Mcgraw Hill.
- Jorion, P. (2009). Risk Management Lessons from the credit crisis. *European Financial Management*, 15(5), 1-20.
- Juárez, F. (2010a). Applying the theory of chaos and a complex model of health to establish relations among financial indicators. *Procedia Computer Science*, 3, 982-986.
- Juárez, F. (2010b). Caos y salud en el sector económico de la salud en Colombia. *International Journal of Psychological Research*, 3(2), 29-33.
- Juarez, F. (2011a). El concepto de salud: Una explicación sobre su unicidad, multiplicidad y los modelos de salud. *International Journal of Psychological Research*, 4(1), 70-79.

- Juárez, F. (2011b). Financial health and risk in the tourism sector in Colombia. *International journal of mathematical models and methods in applied sciences*, 4(5), 747-754.
- Juárez, F. (2012). *Natural Gas: Moving to Chaos and Complexity in Financial Statements* (1ra ed.). Croacia: Intech.
- Juárez, F. y Farfán, Y. (2012). A statistical, epidemiological and financial health approach to the retail trade sector in Colombia. *African Journal of Business Management*, 6(16), 5606-5614.
- Kapika, J. (2010). Assessing regulatory performance: The case of the Namibian electricity supply industry. *Journal of Energy in Southern Africa*, 21(4), 7-14.
- Katz, J. (2000). Pasado y Presente del Comportamiento Tecnológico de América Latina. *Cuadernos de CEPAL*, 75(2), 1-58.
- Kearns, A. (2004). Loan Losses and the Macroeconomy: A Framework for Stress Testing Credit Institutions. *Financial stability report*, 5(1), 111-121.
- Kulkarni, S. (2009). Forecasting Model for Crude Oil Price Using Artificial Neural Networks and Commodity Futures Prices. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 2(1), 1-8.
- Lacher, R. (1995). A neural network for classifying the financial health of a firm. *European Journal of Operational Research*, 85(1), 53-65.
- Laffarga, J. (1995). La Utilidad del Análisis Multivariante para Evaluar la Gestión Continuada de las Empresas. *Revista Española de Financiación y contabilidad*, 84(1), 727-748.
- Linsmeier, T. (2000). Value at risk. *Financial Analysts journal*, 56(2), 47-67 (Versiononline)
(<http://www.jstor.org/discover/10.2307/4480232?uid=3737808&uid=2&uid=4&sid=21101387131313>).
- López, E. (2012). La economía Petrolera en Colombia (Parte I): Marco Legal-Contractual y principales eslabones de la cadena de producción (1920-2010). *Borradores de economía* 692. Bogotá: Banco de la Republica.
- Maquieira, C. (2006). Metodología de valoración de nuevas empresas (MVNE). *Estudios de Administración*, 13(2), 1-23.

- Martens, P. (2011). Globalisation and Human Health: Complexity links and research gaps. *International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change*, 2(1), 2-7.
- Martinez, A. (2011). Macroeconomía y Petróleo en Colombia, 1951-2011. En Benavides, J. (ed.), *Ecopetrol: Energía Limpia para el futuro* (pp361-420). Bogota: Villegas editores.
- May, S. (2005). Modeling Nonlinear Dose-Response Relationships in Epidemiological Studies: Estadistical Approaches and Practical Challenges. *International Hormesis Society*, 3(4), 474-490.
- Merlevede, B. (2009). Russia from Bust to Boom and back: Oil price, Dutch disease and stabilization fund. *Comparative Economic Studies*, 51(2), 213-241.
- Montes, E. (2013). La economía Petrolera en Colombia (Parte II): Relaciones intersectoriales e importancia en la economía nacional. *Borradores de economía* 748. Bogotá: Banco de la Republica.
- Najmanovich, D. (2001). Pensar la subjetividad. Complejidad, vínculos y emergencia. *Utopía y praxis Latinoamerica*, 6(14), 106-111.
- Nicaise, L. (2010). Metaphor and the Context of Use: A Multidimensional Approach. *Metaphor & Symbol*, 25(2), 63-73.
- Nigro, D. (1998). Epidemiología de la hipertensión arterial en la ciudad de Córdoba, Argentina. *Revista de la Federación Argentina de Cardiología*, 28(5), 69-75.
- Olivera, M. (2011). Impacto del sector de servicios petroleros en la economía Colombiana. *Cuadernos Fedesarrollo*, 36(1), 3-22.
- Omran, M. (2004). Linear Versus Non-linear Relationships Between Financial Ratios and Stock Returns: Empirical Evidence from Egyptian Firms. *Review of Accounting & Finance*, 3(2), 84-102.

- Ospina, P. (2012). Technical note: The risk ratio, an alternative to the odds ratio for estimating the association between multiple risk factors and a dichotomous outcome. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2576-2584
- Pascale, R. (2002). La predicción de serios problemas financieros con redes neuronales artificiales. *Revista de ciencias empresariales y economía*, 1(4), 112-155.
- Pearce, N. (2006). Complexity, simplicity, and epidemiology. *International Journal of Epidemiology*, 35(3), 515–519.
- Phillips, R. (2004). The Balanced Budget Act of 1997 and the Financial Health of Teaching Hospitals. *Annals of family medicine*, 2(1), 71-78.
- Pirog, R. (2007). *The Role of National Oil Companies in the International Oil Market*. United States: Congressional Research Service.
- Pourali, M. (2011). The Study and Analysis of Value Creating Criteria of Performance Assessment in Identification of Different Levels of Financial Health: Evidence from Iran. *Indian Journal of Science and Technology*, 4(10), 1378-1381.
- Richardson, K. (2008). Managing Complex Organizations: Complexity Thinking and the Science and Art of Management. *Emergence: Complexity and Organization*, 10(2), 13-26.
- Ricote, F. (2006). Las redes neuronales y la gerencia de riesgos. *Gerencia de riesgos y seguros*, 23(94), 43-54.
- Rosa, J. (2001). An Artificial Neural Network Model Based on Neuroscience: Looking Closely at the Brain. *Artificial Neural Nets and Genetic Algorithms*, 3(5), 138-141.
- Ruiz, G. (2000). *La Gestión del riesgo financiero* (1ª ed.). España: Ediciones Pirámide.
- Serrani, E. (2011). Inversión y desarrollo en la paradójica transformación del mercado petrolero argentino, *Papeles de trabajo*, 4(7), 189-213.
- Serrano, C. (1993). Predicción de la quiebra Bancaria mediante el empleo de redes neuronales Artificiales. *Revista española de financiación y contabilidad*, 23(74), 153-176.

- Sheikhi, M. (2011). A comparison of the Predictive Ability of Three-Factor and Five-Factor Future Cash Flow Statements. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(8), 1461-1465.
- Smith, J. (2009). World Oil: Market or Mayhem? *Journal of economic perspectives*, 23(3), 145-164.
- Smithson, C. (1998). *Managing Financial Risk* (3 ed.) Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Socrates, A. (2010). Riesgo relativo y odds ratio ¿Qué son y cómo se interpretan?. *Revista chilena de Obstetricia y ginecología*, 5(1), 51-54.
- Solow, R. (1957). Technical Change and The Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- Stacey, R. (1995). The Science of Complexity: An Alternative Perspective for Strategic Change Processes. *Strategic Management Journal*, 16(6), 447-495.
- Uribe, A. (2011). *Ciclos Económicos en Colombia: Bonanzas y recesión*. Notas fiscales 11. Bogotá: Ministerio de Hacienda y crédito público.
- Vásquez, H. (1994). La historia del Petróleo en Colombia. *Revista Universidad Eafit*, 30(93), 99-109.
- Walleczek, J. (2000). *Self-Organized Biological Dynamics and Nonlinear Control* (1ª ed.). Reino Unido: Cambridge University Press.
- Ward, T. (1999). A review of financial distress research methods and recommendations for future research. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 3(1), 160-178.
- Young, D. (2007). *Financing Nonprofits: Putting Theory Into Practice* (1ª ed.). EEUU: Altamira Press.