



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Alternativas para el Aumento de la Liquidez del Mercado de Energía Mayorista – MEM- en Colombia

Andrés Jhovanny Ruiz Rave

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión
Medellín, Colombia
2021

Alternativas para el Aumento de la Liquidez del Mercado de Energía Mayorista – MEM- en Colombia

Andrés Jhovanny Ruiz Rave

Trabajo final de Maestría presentado como requisito final para optar al título de:
Magíster en Ingeniería – Sistemas Energéticos

Director (a):

Ph.D., Carlos Jaime Franco Cardona

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión

Medellín, Colombia

2021

Resumen

De acuerdo con el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales– ASIC, XM, a la última fecha de corte (julio de 2021) el índice de liquidez mensual del mercado regulado y no regulado fue de 101.2% y 185.5% respectivamente; esto es, la demanda regulada se transa una única vez, mientras que la demanda no regulada alcanza movimientos o transacciones de energía que alcanzan 1.8 veces dicha demanda.

Al contrastar esta cifra con la de mercados como el de Alemania o Nordpool que alcanzan valores que oscilan entre un 960% y un 760% respecto de sus demandas individuales (Office of Gas and Electricity Market, 2010), se hace notorio que en Colombia aún existe una brecha importante de desarrollo en términos de liquidez. Al respecto, el reconocimiento de la electricidad como subyacente del valor de los contratos derivados financieros, y la consolidación de Derivex como administrador de estos, ha apuntado a la generación de opciones de liquidez que posibiliten la dinamización de las transacciones de energía, puntualmente en las negociaciones llevadas a cabo en el Mercado de Energía Mayorista – MEM.

En este Trabajo Final se busca proponer alternativas para el aumento de la liquidez del MEM en Colombia, en primer lugar, a través de la investigación documental que permita el estudio del conocimiento acumulado del concepto de liquidez y en segundo lugar, a partir de la determinación de los fundamentales transaccionales en los principales mercados de energía en el mundo, ello con el fin de construir elementos que permitan el desarrollo de prácticas y regulación que posibilite la consolidación de un mercado de energía cada vez más robusto y eficiente.

Palabras clave: Mercado mayorista de energía, liquidez, derivados financieros de energía, contratos bilaterales de largo plazo.

Alternatives to Increase the Liquidity of the Wholesale Energy Market – MEM- in Colombia

Andrés Jhovanny Ruiz Rave

Master's final project presented as a final requirement to qualify for the title of:
Magíster en Ingeniería – Sistemas Energéticos

Director:

Ph.D., Carlos Jaime Franco Cardona

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión
Medellín, Colombia

2021

Abstract

According to the Administrator of the Commercial Exchange System - ASIC, XM, as of the cut-off date (July 2021) the monthly liquidity index of the regulated and unregulated market was 101.2% and 185.5% respectively; that is, the regulated demand is traded only once, while the unregulated demand reaches movements or energy transactions that reach 1.8 times said demand.

When contrasting this figure with that of markets such as Germany or Nordpool that reach values that oscillate between 960% and 760% with respect to their individual demands (Office of Gas and Electricity Market, 2010), it is clear that in Colombia still there is a significant development gap in terms of liquidity. In this regard, the recognition of electricity as the underlying value of financial derivative contracts, and the consolidation of Derivex as their administrator, has aimed at the generation of liquidity options that enable the dynamization of energy transactions, specifically in the negotiations carried out in the Wholesale Energy Market - MEM.

This Final Work seeks to propose alternatives to increase the liquidity of the MEM in Colombia, firstly, through documentary research that allows the study of the accumulated knowledge of the concept of liquidity and secondly, from the determination of the transactional fundamentals in the main energy markets in the world, in order to build elements that allow the development of practices and regulation that make possible the consolidation of an increasingly robust and efficient energy market.

Keywords: Wholesale energy market, liquidity, energy financial derivatives, long-term bilateral contracts.

Contenido

Resumen	3
Abstract	5
Contenido	7
Lista de figuras	9
Lista de tablas	10
Lista de ecuaciones	11
Lista de abreviaturas	12
Introducción	14
1. Capítulo 1 – Antecedentes	16
2. Capítulo 2 – Marco Teórico.....	29
2.1 Termino General de Liquidez	29
2.2 Liquidez para el Mercado de Energía	32
3. Capítulo 3 – Revisión de literatura	35
3.1 Conclusiones de Revisión de Literatura	40
4. Objetivos y Metodología	43
4.1 Objetivos	43
4.2 Metodología	44
5. Capítulo 4 – Mecanismos y variables de cuantificación de la liquidez en el Mundo y en Colombia.....	46
5.1 Revisión de Casos	47
5.1.1 Estados Unidos	47
5.1.2 Países Nórdicos: Noruega, Suecia, Dinamarca y Finlandia- Nordpool	51
5.1.3 Mercados de Energía Verde.....	52

5.1.4	Mercados de Electricidad en Europa	53
5.1.5	Brasil	54
5.1.6	Japón	56
5.2	Indicadores de liquidez encontrados en la revisión de casos.....	57
5.3	La liquidez en el Mercado Eléctrico Mayorista de Colombia	61
5.3.1	Indicadores de Liquidez.....	61
5.3.2	Liquidez en Colombia.....	61
6.	Capítulo 6 – Barreras a la liquidez y cómo afrontarlas.....	66
6.1	Barreras a la liquidez.....	66
6.1.1	Generalidades de las barreras a la liquidez.....	66
6.1.2	Integración Vertical.....	67
6.1.3	Tamaño del Mercado.....	68
6.1.4	Arreglos Comerciales	68
6.1.5	Volatilidad.....	70
6.1.6	Financiación, Crédito y Garantías	70
6.2	Alternativas para el aumento de la liquidez	72
7.	Conclusiones y trabajos futuros	80
7.1	Conclusiones generales	80
7.2	Conclusiones asociadas con el logro de los objetivos definidos	82
7.2.1	Objetivo específico 1	82
7.2.2	Objetivo específico 2	82
7.2.3	Objetivo específico 3	82
7.2.4	Objetivo general	83
7.3	Trabajos futuros	83
	Referencias	84

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Bid Ask Spread ELM – Julio 2021	27
Figura 2 Bid Ask Spread ELS – Julio 2021.....	27
Figura 3 Índice de Liquidez en Colombia - Julio 2021	28
Figura 4 Liquidez de Mercado Exchange	72
Figura 5 Liquidez Mercado OTC	76

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Número de Contratos de derivados sobre divisas, transados para Enero-Octubre 2020.20	
Tabla 2. Número de Contratos de derivados sobre commodities, transados para Enero-Octubre 2020.....	21
Tabla 3 Comparativo Derivados de Energía Principales Mercados en el Mundo	21

Lista de ecuaciones

	Pág.
Ecuación 1 Volumen Negociado	48
Ecuación 2 Volumen Negociado en el Mercado	48
Ecuación 3 Spread.....	49
Ecuación 4 Spread en el Mercado	49
Ecuación 5 Price Impact	50
Ecuación 6 Price Impact en el Mercado	50
Ecuación 7 Churn Rate	53
Ecuación 8 Bid Ask Spread Implícito.....	53
Ecuación 9 Volatilidad del Precio	53
Ecuación 10 Churn Rate	55
Ecuación 11 Tasa Relativa de Liquidez	55
Ecuación 12 Contribución de las Clases en la Liquidez	56
Ecuación 13 Price Impact	57
Ecuación 14 Price Impact Superior a Una Semana.....	57

Lista de abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
ASIC	Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales
BanRep	Banco de la Republica
BR	Banco de la Republica
BVC	Bolsa de Valores de Colombia
CRCC	Cámara de Riesgo Central de Contraparte
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
CU	Costo Unitario
Derivex	Sistema de Derivados Estandarizados de Commodities de Energía
EBIT	Earnings before interest and taxes
ELM	Contrato de Futuro de Electricidad Mensual
ELS	Contrato Mini de Futuro de Electricidad Mensual
EPEX	European Power Exchange
FCFD	Free Cash Flow to Debt
FCFE	Free Cash Flow to Equity
FCFF	Free Cash Flow to Firm
FERC	Federal Energy Regulatory Commission
ICE	Intercontinental Exchange
JEPX	Japan Electric Power Exchange
LMP	Locational Marginal Prices
MEC	Mercado Electrónico Colombiano
MEM	Mercado de Energía Mayorista
MME	Ministerio de Minas y Energía
MWh	Megavatios hora
N2EX	Nord Pool Spot y Nasdaq OMX Commodities AS
NASDAQ	National Association of Securities Dealer Automated Quotation
NYMEX	New York Mercantile Exchange
NYSE	The New York Stock Exchange
OFGEM	Office of Gas and Electricity Market
OTC	Over The Counter
PI	Price Impact
PJM	The Interconnection Association Michigan, New Jersey, North Carolina, Ohio, Pennsylvania, Tennessee, Virginia, West Virginia and the District of Columbia

SEN	Sistema Electrónico de Negociación
SFC	Superintendencia Financiera de Colombia
SICEP	Sistema Centralizado de Convocatorias Publicas
TES	Títulos de Tesorería
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
WFE	World Federation of Exchanges
XM	XM S.A. E.S.P

Introducción

La producción de energía eléctrica habitualmente es un sector de la economía que por su naturaleza requiere un alto grado de inversión dado que es una actividad intensiva en capital, así mismo la volatilidad en las condiciones de generación de los diferentes recursos energéticos hace que las transacciones en los mercados de energía presenten una alta variabilidad, y por ende mayor incertidumbre. Con los elementos anteriores, los mercados de energía exigen un desarrollo más robusto, si se compara con otros mercados, en el diseño de soluciones financieras que permitan gestionar los riesgos de liquidez.

Para entender la liquidez es importante mencionar que esta puede entenderse desde dos vertientes diferentes; en primer lugar, como la capacidad de negociar un activo sin que este pierda valor o presente una alta variabilidad en el precio de este, y en segundo lugar desde un ámbito de financiación en el cual prima la capacidad para obtener dinero en efectivo.

En Colombia, la Resolución CREG 024 de 1995 (CREG, 1995) estableció reglas de mercado en las cuales se indicó que, para la atención de la demanda, los agentes comercializadores podrían hacer uso de la compra de energía por medio de la celebración de contratos bilaterales o contratos de largo plazo, llevados a cabo con los generadores participantes del mercado, así mismo dichos comercializadores podrían abastecer su demanda a través de la compra de energía en la Bolsa de Energía, también conocida como mercado de corto plazo o mercado spot.

De otro lado, en el año 2009 fue establecido por parte de la Bolsa de Valores de Colombia – BVC – y el Administrador de Intercambios Comerciales – ASIC- el Sistema de Derivados Estandarizados de Commodities de Energía – Derivex, el cual busca atender las necesidades de cobertura y gestión del riesgo, propios de los mercados de energía, por medio del establecimiento de contratos futuros de energía eléctrica. En el presente documento se busca analizar la liquidez del MEM y las alternativas para el aumento de esta.

Este Trabajo Final fue estructurado de la siguiente manera: en el Capítulo 1, se presentan los antecedentes en el desarrollo de las transacciones del mercado, el Capítulo 2 se desarrolla el Marco Teórico en relación al concepto de liquidez, en el Capítulo 3 se realiza una Revisión de Literatura, en el Capítulo 5 se revisan los mecanismos y variables de

cuantificación de la liquidez en diferentes mercados del mundo y en el MEM en Colombia, en el Capítulo 6 se muestran algunas barreras encontradas en la revisión documental al aumento de liquidez y se proponen alternativas para mitigar dichas barreras. En el Capítulo Final se desarrollan las conclusiones y recomendaciones.

1. Capítulo 1 – Antecedentes

El origen del mercado de derivados de Colombia proviene de la Ley 964 de 2005 (Ley 964, 2005) también llamada Ley de Valores. Esta Ley, como marco general se gestó por medio de un conjunto de decretos, en los cuales se reconocieron los derivados financieros como un eslabón importante dentro de la economía nacional para el cubrimiento de riesgos derivados de transacciones comerciales que involucran el manejo de divisas, tasas de interés y en general precios de activos tanto reales como financieros.

A partir de allí, y en cabeza del Ministerio de Hacienda, se ha desarrollado la regulación hoy existente, sobre la cual, entre muchos otros, se regula la vigilancia de los derivados en cabeza de la Superintendencia Financiera de Colombia – SFC- y los sistemas de negociación de valores que hoy operan en el mercado colombiano: La Bolsa de Valores de Colombia- BVC, la Bolsa Mercantil Colombia y el Sistema de Derivados Estandarizados de Commodities de Energía – Derivex.

De acuerdo con las conclusiones alcanzadas por (Arias, 2017) en su Revisión Legal del Mercado Colombiano de Derivados en Colombia en la teoría se ha buscado la implementación de un mercado de valores bajo en un enfoque de regulación basado en el riesgo, sin embargo en la práctica este responde más a una mezcla de enfoques regulatorios, en el cual no solo se responde a la gestión del riesgo, sino también lo que se denomina en la literatura como la Captura del Regulador, con una marcada protección hacia los inversionistas.

En general, la autora señala como en Colombia aún se tienen varias falencias y retos por resolver en los próximos años en el mercado de derivados, todos ellos alrededor de la supervisión y control, y basados en la gestión del riesgo. Algunos de los retos mencionados son: la necesidad de integrar los sistemas de regulación y supervisión por parte del Estado; la definición de riesgo para la supervisión del mismo, la cual pareciera estuviese incompleta y supeditada al riesgo de crédito; la reducción en la amplia brecha en la evaluación de riesgos; la focalización en regular todo tipo de entidades y no única y exclusivamente las entidades de mayor riesgo, y la mayor participación y liderazgo al interior de las compañías

por hacer supervisión del riesgo.

Ahora bien, puntualmente en el mercado de energía de Colombia, el riesgo al que se encuentran expuestos los agentes que negocian en la bolsa de energía puede superar varias veces el observado en los mercados financieros, en parte a raíz de la alta volatilidad en los precios, y dada la variabilidad en los costos de generación y el no almacenamiento del recurso de generación. Con todo ello, tal como lo menciona (Velásquez, Gil, & Franco, 2015) ante el advenimiento de situaciones extremas, como precios extremadamente altos de la electricidad, existe una mayor probabilidad de que se presenten incumplimientos en las obligaciones financieras de algunos agentes, afectando así de manera directa a sus contrapartes y al mercado en general, generando con ello un riesgo sistémico.

Dentro del análisis estos autores encuentran que los agentes del Mercado de Energía Mayorista -MEM- manejan un perfil de cobertura en las operaciones del mercado, en gran medida apoyado por las altas probabilidades de ocurrencia de pérdidas que se pueden derivar en una posición de especulación en las transacciones de bolsa y dada la imposibilidad de cuantificación o manejo de los precios que se pueden formar en el futuro.

De manera particular (Velásquez, Gil, & Franco, 2015) acuden a la descripción de la consolidación de Derivex a partir de la promulgación de la Ley 964 de 2005 (Ley 964, 2005), principalmente sobre el reconocimiento de la electricidad como subyacente del valor de los contratos derivados financieros y sobre el establecimiento de las condiciones para la creación de la Cámara de Riesgo Central de la Contraparte -CRCC- quien cumple la función de garantizar el cumplimiento de las obligaciones adquiridas en el mercado. Sin embargo, persiste el hecho de que Derivex negocia a la fecha solo dos tipos de contratos estandarizados de derivados, idénticos en sus condiciones, exceptuando la cantidad de electricidad transada: contratos liquidados por diferencias respecto a los precios promedio en la Bolsa de Energía en la primera liquidación, precios calculados y suministrados por XM S.A. E.S.P, en su función de administrador del Mercado de Energía Mayorista -MEM.

La conclusión de (Velásquez, Gil, & Franco, 2015) se centra en el hecho de que, si bien los agentes encuentran opciones de cubrimiento a través de los derivados de energía ofertados en Derivex, a raíz de la alta volatilidad de los precios de bolsa, estos agentes encuentran dificultades en la estructuración de estrategias de cubrimiento, considerando que la liquidación de estos se encuentra ligada a los precios de la bolsa de energía.

El hecho anteriormente mencionado es retomado por (Valentierra, 2017) en su trabajo Análisis de las Implicaciones del uso de Derivados en el Mercado Eléctrico Colombiano,

trabajo en el cual el autor identifica algunas de las dificultades por las cuales no se han materializado los beneficios que los instrumentos como los derivados financieros podrían traer al mercado colombiano de energía, entre estas está el hecho de que existen factores que contribuyen a que los agentes del mercado presenten un alto grado de aversión a los instrumentos financieros.

Algunos de los hechos destacados por el autor señalan que en Colombia los derivados más transados corresponden a los forwards, al tiempo que también se señala que, de acuerdo con lo reportado por la World Federation of Exchanges y el Banco de la Republica, Colombia parece ser el país de la región con un menor volumen de derivados transados, tanto en Forwards como en Futuros. La baja dinámica en estos mercados, y la alta concentración de operaciones de tipo de cambio, en contraste con las realizadas con tasas de interés, ponen sobre la mesa la poca profundidad de los mercados financieros en Colombia, hecho que imposibilita tener una correcta asignación de recursos captados para facilitar las coberturas de riesgo y que sin duda alguna afectan los sistemas de negociación de valores como lo es Derivex (Valentierra, 2017).

(Valentierra, 2017) también encuentra que existen varios aspectos que no han permitido el desarrollo de derivados en el mercado de energía. En primer lugar, de cara a la demanda se tiene la nula concepción cultural de la gestión del riesgo, lo cual incide en que los agentes no busquen mecanismos de cobertura, la falta de capacitación de conocimiento sobre los derivados o en su defecto sobre el funcionamiento de los mismos; los esquemas de garantías exigidos en este mercado, la falta de asertividad por parte de Derivex en sus procedimientos internos, los plazos ofertados y que están limitados en los dos únicos tipos de contratos negociados.

De cara a los generadores, (Valentierra, 2017) indica que en los balances en la Bolsa de Energía no son considerados los contratos de derivados, esto en contraposición de los contratos bilaterales de largo plazo, así mismo la falta de mecanismos regulatorios que permitan incluir los futuros dentro del cálculo de la tarifa de usuarios regulados quienes tienen la mayor participación en la demanda del país.

Dentro de las conclusiones observadas por (Valentierra, 2017) se recomienda que: se permita la incorporación de dichos contratos en el costo unitario (CU) trasladado a los usuarios regulados, ajustes que generen una mayor profundidad financiera en el mercado, incorporar un modelo de subastas de contratación de largo plazo con periodicidades acordes a los derivados ofertados por Derivex, ajustar el esquema de garantías de los derivados, capacitar a la demanda e incorporar agentes que ofrezcan mayor liquidez de

manera periódica tal como sucede en el mercado de renta fija en el sector financiero.

Retomando uno de los apartes de (Valentierra, 2017), puntualmente en lo relacionado con el esquema de garantías, (Angarita, Pantoja, & Trespalacios, 2017) también hacen un llamado a través de su investigación titulada “Evaluación de las Garantías Requeridas para Cubrir los Riesgos en los Mercados de Futuros de Energía Eléctrica” a un efectivo método de estimación del esquema de garantías en Futuros de energía.

El análisis lleva a cabo una simulación de Montecarlo para evaluar las variaciones diarias que se pueden tener en el precio de los futuros, con la aplicación de medidas de riesgo en escenarios de El Niño, días de tenencia y vencimientos. El resultado es que, en oposición al esquema de garantías que actualmente exige la Cámara de Riesgo Central de Contraparte -CRCC, el cual responde a la necesidad de cubrir el riesgo de variaciones externas en los precios de los contratos de futuros de energía eléctrica, ubicado en niveles entre el 21% y el 12%, un esquema de garantías entre el 11% y el 7% resulta acorde a la realidad de los precios en el mercado de energía analizados, así mismo las garantías de un 21% actualmente exigidas si se llevan a términos de días reflejan un cubrimiento de 12 días, mientras que las disposiciones mismas de la CRCC estipulan un plazo de cubrimiento a través de garantías de tan solo 2 días.

Dentro de las recomendaciones validadas por los autores se acude al hecho de mantener la tendencia a disminuir el monto de garantías en la medida en que se firman contratos con mayores vencimientos, esto debido a que el vencimiento de los contratos no incrementa la volatilidad del rendimiento del estado de pérdidas y ganancias debido a las características del precio futuro.

Finalmente, dentro de la documentación relevante analizada para el objeto de estudio, se encontró como (Toro, 2020) refuerza la idea de que el mercado de Derivados luego de 10 años de la creación de su gestor y administrador Derivex, sigue siendo un mecanismo inexplorado en el mercado de energía colombiano, con un volumen de negociación que no supera el 2% de la demanda de energía eléctrica del país.

Algunos atributos del mercado que a la luz de sus análisis resultan ser los principales obstáculos de crecimiento del uso de los derivados se resumen en los siguientes puntos: en primer lugar, las reglas de compra y venta de energía que rigen al MEM se establecieron en 1995 motivo por el cual los participantes se han permitido estructurar sus estrategias de cubrimiento considerando que los contratos de largo plazo allí definidos no tienen restricción alguna en cuanto a su forma, cantidades, precios y garantías; en segundo lugar, los costos

de transacción derivados de la participación en el mercado de derivados también hacen alusión a los puntos sensibles que han ocasionado el estancamiento de este mercado, esto en concordancia con (Valentierra, 2017); y por último, la necesidad de implementar un mercado intradiario, existente en los principales mercados de energía del mundo, que genere información en tiempo real y permita a los agentes realizar cambios en sus posiciones o tener incentivos para realizar coberturas.

En el escenario regulatorio actual, (Toro, 2020) indica como la CREG ha propuesto modificar la formula tarifaria con destino al mercado regulado con el fin de incluir los costos transaccionales de la Derivex, lo que supone un incentivo para el uso de estos productos en los comercializadores del MEM, mas no supone un incentivo de uso para los generadores. En este sentido, las conclusiones de la investigación se refieren a que, de cara a los generadores, el mercado de derivados pudiera resultar más atractivo con un mayor conocimiento en lo que respecta a la estructura y funcionamiento de este, lo que sin duda llevaría a que se disminuyeran los costos de intermediación a los que hoy también se ven enfrentados estos agentes del mercado. Por otro lado, la falta de diversificación de los contratos de derivados, en desacople a las necesidades actuales de los generadores, resulta en una necesidad a atacar.

En concordancia con los datos examinados por (Valentierra, 2017), se ha encontrado que en Colombia el número de operaciones de derivados sobre divisas, el cual es el mercado de derivados más líquido que se tiene en el país, es considerablemente inferior contrastado con el número de operaciones de otros mercados regionales. De manera puntual el número de contratos transados para el mercado colombiano no alcanza el 1% del total de contratos intercambiados en la región, siendo los contratos de Opciones de divisas los más transados en el país, en contraste con la región donde se destacan los contratos de Futuros.

Tabla 1. Número de Contratos de derivados sobre divisas, transados para Enero-Octubre 2020.

Exchange Name/Indicator Name	Currency futures - Contracts traded	Currency options - Contracts traded
B3 - Brasil Bolsa Balcão	554,414,011	5,117,302
Bolsa de Valores de Colombia	257,672	504
Bolsa Mexicana de Valores	4,457,305	69,281
Bolsa y Mercados Argentinos	9,071,235	-
Bourse de Montreal		15,698
CME Group	172,277,225	8,835,361
ICE Futures US	4,536,182	2,717
Matba Rofex	77,676,237	14,945

Fuente: World Federation of Exchanges, (WFE, 2020)

Al revisar la situación presentada con los derivados de commodities, en el cual se incluyen

los derivados de energía, las conclusiones no presentan ningún cambio sustancial respecto de los datos observados en el mercado de divisas. Puntualmente el mercado colombiano no presenta transacciones con derivados de Opciones, y para el caso de los Futuros en lo corrido de enero a octubre de 2020, estos solo representan un 0.0000269% del total de transacciones de la región.

Tabla 2. Número de Contratos de derivados sobre commodities, transados para Enero-Octubre 2020.

Exchange Name/Indicator Name	Commodity futures - Contracts traded	Commodity options - Contracts traded
B3 - Brasil Bolsa Balcão	1,783,156	1,273,611
Bolsa de Valores de Colombia	248	
Bolsa Mexicana de Valores	-	-
Bolsa y Mercados Argentinos	-	-
CME Group	850,810,549	124,883,623
ICE Futures US	62,869,458	9,907,858
Matba Rofex	1,183,933	75,512
(en blanco)		

Fuente: World Federation of Exchanges, (WFE, 2020)

Al contrastar el número de productos derivados de energía ofertados en las diferentes plataformas Exchange y en los principales mercados eléctricos alrededor del mundo, se refuerza la idea de cómo el mercado de derivados de energía en Colombia sigue siendo un escenario inexplorado y con una marcada brecha de crecimiento respecto de otros mercados eléctricos, en el cual se destaca una gama de productos sumamente limitada lo que repercute en un bajo nivel de transacciones y una casi nula demanda de dichos productos, en concordancia con las necesidades de los diferentes agentes que participan del mercado de energía.

Tabla 3 Comparativo Derivados de Energía Principales Mercados en el Mundo

País	Plataforma	Contrato	Descripción
Reino Unido	ICE (Intercontinental Exchange, NYSE)	UK Base Electricity Future, UK Peak Electricity Future	Contrato para entrega física de electricidad de manera continua, en la base, entre lunes y Domingo, las 24 horas (Base) Contrato para entrega física de electricidad continua durante picos, entre 7am y 7pm. Lunes a viernes

Reino Unido	N2EX (NordPool)	Media Hora, 1 Hora, Bloque de 2 Horas, Bloque de 4 Horas, Overnight, Bloque 3+4, Pico Diario, Diario fuera de Pico, Diario Pico Extendido, Diario Base.	Contrato para entrega física de electricidad para período especificado en cada contrato
Reino Unido	APX (European Power Exchange, EpexSpot)	Subasta del día después	Entrega física de energía para las 24 horas del día siguiente
Reino Unido	APX (European Power Exchange, EpexSpot)	Subasta de media hora día siguiente	Entrega física de energía para periodos de media hora durante el día siguiente
Reino Unido	APX (European Power Exchange, EpexSpot)	Mercado Spot	Contratos para entrega física de energía durante periodos de media hora y/o periodos de media hora sucesivos de hasta 4 horas
Reino Unido	APX (European Power Exchange, EpexSpot)	Base Fin de Semana, Base, Pico, Pico Extendido, Fuera de Pico, Bloques 3+4, Overnight	Contratos para entrega física de energía durante los periodos establecidos en cada contrato
NordPool	NASDAQ OMX	Futuro Anual, Trimestral, Semanal, Diario	Contrato Futuro estándar. Activo subyacente: 1 MWh Volumen de compra de acuerdo con la cantidad de horas en el término ofrecido. Precio del sistema como referencia. Liquidación financiera diaria de pérdidas y ganancias mediante cuenta de margen (Marcación diaria a mercado)

NordPool	NASDAQ OMX	Futuro con liquidación diferida (Llamado Deferred Settlement Future o DS Future) Anual, Trimestral	Contrato futuro estándar Similar a un contrato Forward Activo subyacente: 1 MWh Volumen de compra de acuerdo con la cantidad de horas en el término ofrecido. Precio del sistema como referencia. Liquidación financiera de pérdidas y ganancias en el momento de la expiración.
NordPool	NASDAQ OMX	Futuro mensual con tasa promedio (Average Rate Month Future)	Contrato Futuro estándar. Volumen de compra de acuerdo con la cantidad de horas en el término ofrecido. Activo subyacente: 1 MWh Promedio del precio del sistema durante el periodo como referencia Liquidación financiera diaria de pérdidas y ganancias mediante cuenta de margen (Marcación diaria a mercado)
NordPool	NASDAQ OMX	Futuro de Diferencia de Precio de Área (Electricity Price Area Differential Future) Anual, Trimestral, Semanal	Contrato Futuro estándar. Volumen de compra de acuerdo con la cantidad de horas en el término ofrecido. Activo subyacente: 1 MWh Diferencia entre el precio del sistema y el precio del área acordado Liquidación financiera diaria de pérdidas y ganancias mediante cuenta de margen (Marcación diaria a mercado)
NordPool	NASDAQ OMX	Futuro de Promedio Mensual de Diferencia de Precio de Área (Electricity Price Area Differential Future) Mensual	Contrato Futuro estándar. Volumen de compra de acuerdo con la cantidad de horas en el término ofrecido. Activo subyacente: 1 MWh Promedio de la Diferencia entre el precio del sistema y el precio del área acordado durante el periodo. Liquidación financiera diaria de pérdidas y ganancias mediante cuenta de margen (Marcación diaria a mercado)

NordPool	NASDAQ OMX	Futuro con Liquidación Diferida de Diferencia de Precio de Área (Electricity Price Area Differential DS Future) Anual, Trimestral, Mensual	Contrato Futuro estándar. Similar a un contrato Forward Volumen de compra de acuerdo con la cantidad de horas en el término ofrecido. Activo subyacente: 1 MWh Diferencia entre el precio del sistema y el precio del área acordado Liquidación financiera diaria de pérdidas y ganancias mediante cuenta de margen (Marcación diaria a mercado)
NordPool	NASDAQ OMX	Opción sobre un contrato Futuro de Liquidación Diferida. Anual, Trimestral	Opción sobre contrato Futuro estándar. Opción Europea Activo subyacente: 1 MWh Volumen de compra de acuerdo con la cantidad de horas en el término ofrecido. Precio futuro del sistema como referencia.
PJM	NYMEX/The ICE	Daily Fixed Price Future Mínimo un día, máximo 45 días continuos	Liquidación financiera diaria de acuerdo con la media aritmética de los precios publicados por PJM en la ubicación específica con subyacente Mercado del Día Antes o Tiempo Real
PJM	NYMEX/The ICE	Fixed Price Future Mínimo un mes y máximo 50 meses continuo con subyacente Mercado del Día Antes o Tiempo Real	Liquidación financiera mensual de acuerdo con la media aritmética de los precios publicados por PJM en la ubicación específica
PJM	The ICE	Calendar Year One Time Fixed Price Future Mínimo 12 meses, máximo 62 meses con subyacente mercado de Tiempo Real	Liquidación financiera mensual de acuerdo con la media aritmética de los precios publicados por PJM en la ubicación específica

PJM	The ICE	Daily Look Back Fixed Price Future de Hasta 365 días continuos con subyacente mercado de Tiempo Real	Liquidación financiera diaria de acuerdo con la media aritmética de los precios publicados por PJM en la ubicación específica
PJM	The ICE	PJM Daily Load Future Hasta 365 días continuos	Futuro sobre la carga real del sistema de PJM en un día
PJM	NYMEX/The ICE	Fixed Price Future	Opción Americana con subyacente Mercado del Día Antes o Tiempo Real con tipo de carga Pico o Fuera de pico
PJM	NYMEX/The ICE	Look Back Fixed Price Future	Opción Europea con subyacente mercado de Tiempo Real con tipo de carga Pico
PJM	NYMEX/The ICE	Calendar Year One Time Fixed Price Future	Opción Europea con subyacente mercado de Tiempo Real y con tipo de carga Pico o Fuera de pico
CAISO	The ICE/NYMEX	Fixed Price Future Mínimo un mes, máximo 86 meses seguidos con subyacente Mercado del Día Antes	Liquidación financiera mensual de acuerdo con la media aritmética de los precios publicados por CAISO en la ubicación específica.
CAISO	The ICE	Daily Fixed Price Future Mínimo un día, máximo 365 días seguidos con subyacente Mercado del Día Antes o Tiempo Real	Liquidación financiera diaria de acuerdo con la media aritmética de los precios publicados por CAISO en la ubicación específica.

CAISO	The ICE	Fifteen Minute Marker Daily Fixed Price Future Mínimo un día, máximo 365 días seguidos con subyacente Mercado del Tiempo Real	Liquidación financiera diaria de acuerdo con la media aritmética de los precios de cada 15 minutos del mercado en tiempo real publicados por CAISO en la ubicación específica
Colombia	Derivex	Contrato Futuro de Electricidad Mensual (ELM)	Liquidación financiera mensual de acuerdo con la media aritmética de los precios de bolsa de la primera liquidación con un máximo de 360 MWh
Colombia	Derivex	Contrato Mini de Futuro de Electricidad Mensual (ELS)	Liquidación financiera mensual de acuerdo con la media aritmética de los precios de bolsa de la primera liquidación con un máximo de 10 MWh

Fuente: Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2016)

Finalmente, al contrastar las cifras expuestas en términos de derivados financieros de energía, con la liquidez misma presente en el mercado de electricidad colombiano, vale la pena resaltar algunos datos importantes que pueden sustentar oportunidades de mejora sustanciales, y la interrelación y causalidad presente en ellas.

Teniendo presente las condiciones requeridas para que un mercado sea líquido, de acuerdo con lo estipulado por (García & D., 2013), se tiene que en los mercados líquidos deben existir precios de oferta y demanda que permitan a los participantes del mercado transar, es decir comprar o vender, distintas medidas del activo con una pequeña diferencia entre los precios de compra y venta conocida como bid ask spread, esto con el fin de que no se presenten pérdidas sustanciales o primas adicionales por la cesión de dicho activo.

En el caso colombiano, al calcular este indicador, con base en las cifras reportadas por Derivex, se tiene las diferencias con montos que oscilan desde los 300 \$/kWh en precios de compra y 419\$/kWh en precios de venta, dando cuenta de la rigidez en las ofertas.

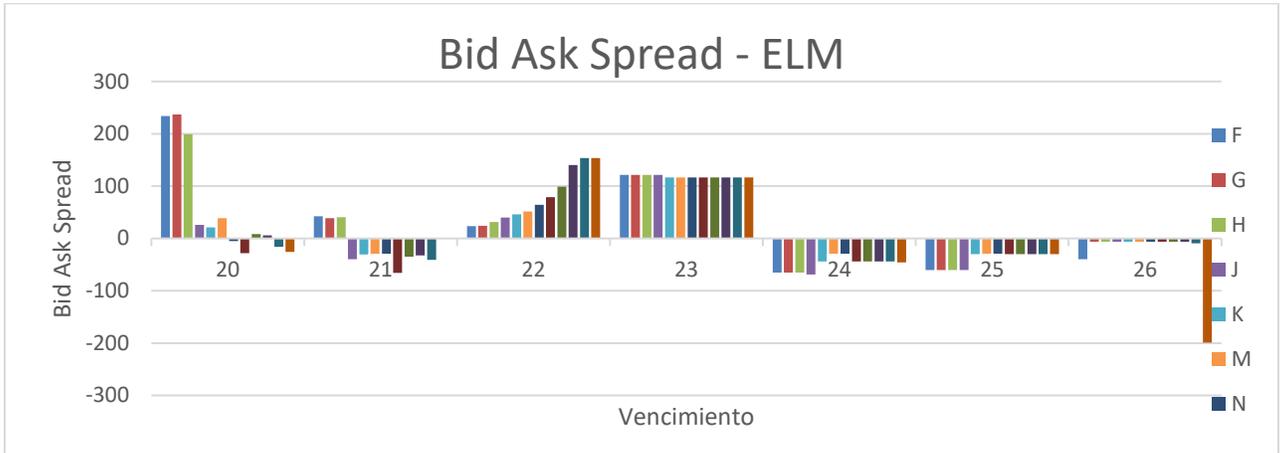


Figura 1 Bid Ask Spread ELM – Julio 2021

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Derivex

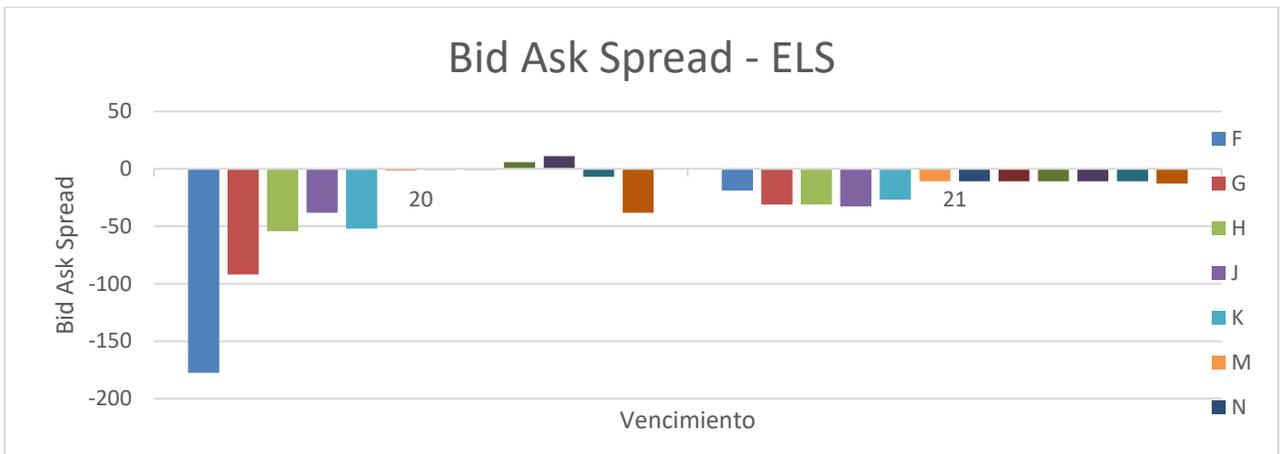


Figura 2 Bid Ask Spread ELS – Julio 2021

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Derivex

En paralelo, al medir la liquidez del mercado de energía mediante un índice que calcula el número de veces con el cual se transa la energía respecto del total de la demanda de usuarios finales, se tiene que de acuerdo con el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales– ASIC, XM, a la última fecha de corte (mayo de 2021) por tipo de mercado (es decir regulado y no regulado) el índice de liquidez mensual calculado arroja un valor de 101.20% y 185.50%; esto es, la demanda regulada se transa una única vez, mientras que la demanda no regulada alcanza movimientos o transacciones de energía que alcanzan 1.8 veces dicha demanda, es decir menos de dos veces del total de la demanda.

Para la construcción de dicho índice, el ASIC toma las compras en bolsa y contratos, respecto de la demanda comercial.

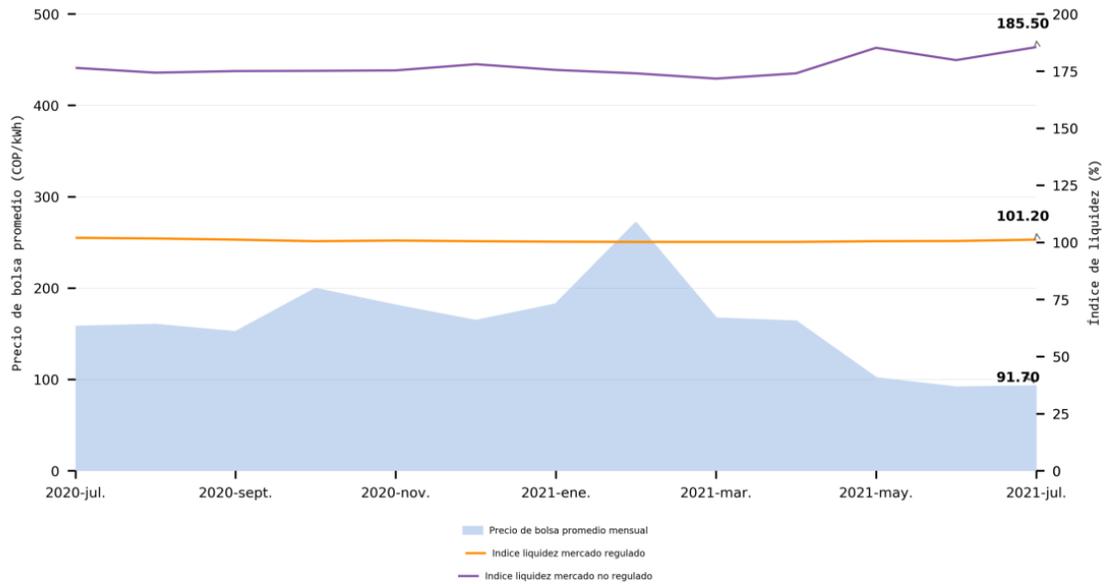


Figura 3 Índice de Liquidez en Colombia - Julio 2021

Fuente: XM (XM, 2021)

Al contrastar esta cifra con la de mercados como el de Alemania o Nordpool que alcanzan valores que oscilan entre un 960% y un 760% respecto de sus demandas individuales (Office of Gas and Electricity Market, 2010), se hace notorio que en Colombia aún existe una brecha importante de desarrollo en términos de liquidez, la cual sin duda presenta una correlación con las situaciones analizadas y expuestas por los autores seleccionados, puntualmente respecto a la estandarización de productos financieros, y el desarrollo de un mercado de derivados financieros de energía mucho más sólido.

En este orden de ideas, en el siguiente capítulo se busca definir el marco teórico alrededor del concepto de liquidez, de manera que permita introducir al entendimiento de este y de las bases que permitan el desarrollo de la revisión de literatura para el alcance que busca el trabajo final.

2.Capítulo 2 – Marco Teórico

2.1 Terminología General de Liquidez

En el análisis de la teoría económica se tiene la preferencia por la liquidez como una premisa característica de los mercados que supedita el comportamiento de los individuos y condiciona sus acciones. Algunos de los hechos que apuntan a la preferencia por la liquidez en los individuos son el hecho de que la liquidez facilita las operaciones o transacciones financieras, permite gestionar riesgos que requieren un flujo de caja constante y permite acceder a oportunidades de inversión y especulación por medio de las cuales se podrían obtener beneficios (Keynes, 2014).

De manera particular, los desarrollos de (Keynes, 2014) permiten concluir que los mercados líquidos pueden causar unos menores costos de transacción que permitan la participación de un mayor número de compradores y vendedores posibilitando así la formación de precios eficientes, basados en los fundamentales de oferta y demanda y en unas operaciones financieras sin primas de liquidez o penalizaciones. Con todo lo anterior puede entenderse cómo la liquidez se relaciona de manera directa con la eficiencia de un mercado.

De acuerdo con la definición del Banco de la República el término liquidez refiere a los fondos disponibles para realizar pagos inmediatos (Banco de la República - BR, 2020); dicho de otra manera, el BR define la liquidez como la rapidez con la que un activo financiero puede convertirse en un medio de pago sin que pierda valor. De acuerdo con lo mencionado por el BR, y en concordancia con lo establecido por Keynes, la liquidez en una economía posee las funciones de posibilitar la realización de transacciones, garantizar los pagos entre las partes, sostener la oferta de crédito y apoyar la reactivación económica.

Respecto del manejo de la liquidez en una economía según (Cardozo, Parra, Huertas, & Patiño, 2011) en general los bancos centrales de cada país suministran liquidez o recogen excesos de esta en el sistema financiero, todo ello sobre la base de las operaciones realizadas en mercados entre bancos, denominados interbancarios.

Puntualmente para el caso colombiano, (Cardozo, Parra, Huertas, & Patiño, 2011) indican que las entidades financieras captan y colocan recursos de corto plazo a través de

transacciones directas o en sistemas electrónicos de negociación en el mercado interbancario. Dichas transacciones, a su vez, pueden realizarse en dos mercados diferentes: el mercado no colateralizado, un mercado en el cual no existe entrega de garantías y por tanto la mitigación del riesgo de contraparte se realiza estableciendo cupos de crédito, y el mercado colateralizado, el cual en contraposición garantiza sus operaciones en títulos valor.

Las operaciones de mercado colateralizado, en Colombia, son negociadas en el Sistema Electrónico de Negociación -SEN- y en el Mercado Electrónico Colombiano -MEC, ambos pertenecientes al BR y a la Bolsa de Valores de Colombia -BVC. De este modo, el BR a través de las operaciones y subastas de expansión y contracción en dicho mercado y a través de una tasa, denominada tasa de referencia del BR, inyecta o eyecta liquidez en el país, acorde con el marco macroeconómico.

Uno de los mecanismos a través de los cuales se mide la liquidez en el sector financiero en Colombia, y que a su vez sirve como proxy en el cálculo de la liquidez del país, es el cálculo de la liquidez de los TES (Informe Especial de Estabilidad Financiera: Riesgo de liquidez, 2015).

El Informe Especial de Estabilidad Financiera indica que los TES o títulos de deuda pública actualmente conforman la mayor parte del total del mercado de valores de Colombia y por tanto los convierte en un indicador adecuado de deducción del comportamiento del total de la economía. La liquidez de los TES es calculada en el BR a partir del bid ask spread relativo; este indicador se calcula para cada título como la diferencia entre la mínima punta de precio de venta y la máxima punta de precio de compra en el conjunto de puntas que se abrieron antes de las 10:45 am y se mantuvieron abiertas después de dicha hora, dicha diferencia se ajusta en relativo al promedio de las dos puntas, indicando la posibilidad de cerrar posición en el mercado. De esta manera, una forma de calcular el riesgo de liquidez en Colombia consiste en estimar el valor en riesgo ajustado por liquidez o VaR-L de los portafolios TES de las entidades participantes del sistema financiero, comparado con una situación de baja liquidez en el mercado.

Sin embargo, los mecanismos del cálculo de liquidez pueden tener una amplia gama de metodologías. (Caicedo, 2019), por ejemplo, en aras de analizar la liquidez en el mercado de bonos corporativos en Colombia plantea la necesidad de realizar el cálculo a la liquidez de dicho mercado, considerando que Colombia está caracterizado por tener una baja emisión de renta fija en el sector privado, siendo el segmento de deuda privada el de mayor peso en él.

(Caicedo, 2019) calcula la liquidez del mercado sobre varios escenarios: en primer lugar plantea el cálculo sobre la diferencia entre el precio de oferta y precio de demanda, anteriormente denominado bid ask spread en el caso de los TES, evaluando la diferencia entre los precios ofertados por compradores y vendedores antes de la ejecución de la venta; en segundo lugar, el autor hace uso del volumen negociado, o turnover, el cual muestra el tiempo promedio de retención de un bono según su unidad de tiempo fijada; finalmente, la longitud de corridas, conocida como run length, también puede actuar como proxy de la iliquidez de en el mercado de bonos corporativos, esto basado en el número de veces que una negociación incrementa o decrece en la misma dirección en dos o más transacciones seguidas, dividido por la cantidad de veces que se presenta el evento para la unidad de tiempo definida en el bono.

En línea con el análisis planteado por el BanRep respecto del riesgo de liquidez que se puede presentar en el mercado de los TES con el VaR-L, se pueden destacar también otras metodologías, tal como la establecida por (Sanchez & Millán, 2012) en su estudio denominado “Medición del Riesgo de Liquidez: una aplicación en el sector cooperativo”. En dicho estudio los autores utilizan un modelo de brechas de liquidez propuesto por la Superintendencia de la Economía Solidaria en su la Circular 004 de 2008 (Circular Externa 004 , 2008), el cual opera bajo la metodología de Gestión de Activos y Pasivos -GAP- sobre la cual se determina el nivel de exposición a eventuales problemas futuros en materia de liquidez con la medición y control de eventos que afectan dicha liquidez, tal como lo son el riesgo de mercado, riesgo de crédito, riesgo operativo, riesgo reputacional, entre otros. Puntualmente el modelo clasifica los activos, pasivos y posiciones atendiendo a sus vencimientos; con ello, determina la diferencia entre la suma de los activos, incluidas las deudas, y los pasivos, incluidos los acreedores. Con lo anterior se calculan los flujos de dinero requeridos para el cubrimiento de las necesidades y eventos expuestos.

De manera análoga, en las compañías del sector real la medición del riesgo de liquidez de financiación está asociada a parámetros del nivel de endeudamiento, estructura de los pasivos, disponibilidad de líneas de financiamiento, y efectividad en los activos. En general la liquidez dentro de las empresas, es decir a nivel microeconómico, esta seccionada a la liquidez financiera, es decir tiene que ver con la capacidad que estas tienen para poder cumplir con sus obligaciones de corto plazo, la cual es alcanzada por medio de los activos líquidos o activos corrientes.

De acuerdo con (Andrade Pinelo, 2021) Algunos de los índices que permiten medir el nivel de liquidez utilizados al interior de las compañías son la Razón Corriente, la Prueba Ácida y

el Capital Neto de Trabajo, los cuales, en general, relacionan activos y pasivos corrientes con inventarios. De manera desagregada, pueden encontrarse que el ratio de liquidez corriente se define como la relación entre las cuentas del activo corriente y el pasivo corriente; el ratio de prueba ácida es calculada como la relación entre las cuentas del activo corriente y el pasivo corriente sin la inclusión de inventarios, es decir sin incluir los activos menos líquidos de las compañías; mientras que el capital neto de trabajo es calculado como la relación entre el sobrante luego del pago de deudas y el nivel de ventas.

(Standard&Poors, 2009) menciona como en el caso de las entidades públicas los análisis de liquidez optan por la evaluación de los niveles de efectivo, el número de instrumentos financieros negociables, líneas bancarias comprometidas, nivel de acceso a los mercados de capitales, flujos proyectados de entradas y salidas de efectivo, políticas del manejo de deuda, el uso de derivados y los costos de financiamiento.

Dentro de la documentación relevante analizada en el estudio y cálculo de liquidez, se encuentra el análisis de redes propuesto por (Mariño, León, Cadena, & C., 2020), el cual sirve como vehículo de visualización y cuantificación del efecto de liquidez que se tiene en los mercados financieros a través de la conectividad entre los diferentes agentes de dicho mercado y la distancia en la red entre dichos participantes. En general el análisis de redes describe y explica un sistema, caracterizándolo por el número de conexiones entre sus elementos, los elementos mismos y conjuntos o grupos de elementos importantes para dicho sistema.

2.2 Liquidez para el Mercado de Energía

En concordancia con lo mencionado en el numeral 2.1, otros dos mecanismos o métodos de cálculo de liquidez pueden ser utilizados para el caso del análisis de las transacciones de energía, estos métodos son el bid ask spread, entendido como la diferencia entre los precios de oferta y de compra que se realizan para cada contrato futuro y vencimiento (The Economic Times, 2020) y sobre la base que se tiene de que la liquidez del mercado puede ser entendida como la existencia de precios de oferta y demanda que permitan a los participantes del mercado comprar y vender los activos sin riesgo de incurrir en pérdidas, y de otro lado, los volúmenes de transacciones entendidos como el cociente entre el total de transacciones de energía respecto de la demanda de usuarios finales (XM, 2021), el cual permite dar indicios de las dinámicas de mercado, riesgo en las transacciones y tipo de consumidores o usuarios participantes en dicho mercado.

Puntualmente para el caso colombiano, los derivados de energía son una herramienta que permite materializar la compra y venta de obligaciones financieras, asociadas a las transacciones generadas a partir de la prestación del servicio de energía eléctrica, al tiempo que permite que se genere un mayor flujo de efectivo o liquidez, a partir de los productos financieros allí creados y gestionados.

Actualmente Derivex es la única entidad autorizada por regulación en la administración, control y seguimiento del mercado de derivados de energía, sobre la base en la cual está definida la electricidad como subyacente del valor de los contratos financieros, y los cuales son compensados a través de la Cámara de Riesgo Central de Contraparte - CRCC.

Derivex tiene como propósito el apoyo a los agentes vinculados a los mercados de energía, tanto mayorista como minorista, en la gestión del riesgo del precio pactado o contratado de compraventa, a partir de una contratación eficiente por medio de un mercado anónimo y estandarizado de contratos de futuros de energía, es decir contratos en los cuales tanto las cantidades y precios como la liquidación se encuentran homogenizadas, y con la gestión del riesgo de contraparte, el cual es administrado por la CRCC (Derivex, 2020).

De manera más particular, Derivex cuenta con 24 vencimientos en sus dos contratos definidos (Derivex, 2020), con los cuales los agentes pueden determinar su horizonte de cobertura, acorde con sus necesidad y estrategia de negocio. El precio definido para la liquidación de dichos contratos corresponde con el precio promedio ponderado de la primera liquidación en la bolsa de energía, comúnmente conocida como TX1.

Es importante acá notar que la liquidación a la cual se hace referencia corresponde con la liquidación definitiva del contrato, es decir la liquidación realizada una vez se da vencimiento a dicho contrato. En paralelo día a día se realiza una liquidación diaria, la cual se calcula con un precio de cierre para cada contrato.

La liquidación diaria a la cual se hace referencia se realiza en tres etapas: primero los precios de contratos en los que se da una subasta de cierre, segundo los contratos que no tienen dicha subasta de cierre pero que se dio una subasta de cierre durante los últimos cinco días hábiles de negociación y finalmente quienes no cumplen con las dos condiciones anteriores, a quienes se les calcula un promedio ponderado por volumen de energía en todas las operaciones celebradas en la sesión de mercado abierto o de negociación mixta, y en la cual se hayan realizado como mínimo 3 operaciones. (Derivex, 2020)

De este modo, a través de la celebración de un contrato futuro de energía el comprador o quien se encuentra en una posición en corto percibe un cubrimiento en la volatilidad del precio, el cual será compensado por la diferencia entre el precio pactada y el precio de la energía definido para la entrega física del bien, bien sea en contratos de largo plazo o en la bolsa de energía, también llamado precio spot. Con ello el agente gestiona el riesgo de mercado asociado, mediante los mecanismos de cobertura expuestos.

Es importante mencionar que quienes participan o celebran un contrato de futuro, pueden cerrar su posición de compra o venta en cualquier momento, teniendo una cobertura total o parcial y permitiendo la gestión de efectivo o lo que es lo mismo liquidez. Así mismo, se tiene que antes de la celebración de cualquier contrato de compra y venta de energía, a través de Derivex, se requiere la colocación de garantías, quienes respaldan las operaciones y que al final de la transacción son retribuidas al colocador y que tienen una única finalidad y es proteger a la contraparte ante cualquier posibilidad de no pago.

Con lo anterior, desde la teoría económica se ha entendido como la liquidez en los diferentes mercados llevan a un desarrollo de elementos que generan eficiencias, al tiempo que de la documentación examinada se ha encontrado que, de manera puntual para la economía colombiana, el Banco de la Republica juega un papel fundamental a partir del manejo de operaciones interbancarias, siendo los TES una herramienta ampliamente extendida y aplicada para la determinación de la liquidez en el país. En el sector eléctrico colombiano por su parte no se tiene una definición diferente respecto del concepto de liquidez adoptado en la teoría económica, y se han encontrado elementos que permiten cuantificar dicha liquidez como lo son los precios de oferta y demanda y las transacciones de energía, siendo los derivados financieros un eslabón importante en la determinación de dichas transacciones; considerando con ello elementos adicionales como lo son el riesgo de crédito, es decir el riesgo producto de las pérdidas financieras ocasionado a la hora de honrar los contratos consolidados en el sector, el riesgo de mercado, asociado a las variaciones en los precios, el riesgo legal, asociado a la regulación que define las reglas de mercado, e incluso el riesgo sistémico o de contagio que puede afectar todos los eslabones y participantes del sector. En el siguiente capítulo se busca adentrar el trabajo de estudio en la revisión de los trabajos de investigación que han buscado la determinación de variables que permitan entender y cuantificar la liquidez en los diferentes mercados energéticos.

3.Capítulo 3 – Revisión de literatura

La revisión de literatura, como componente fundamental del trabajo de investigación, se realizó a partir de la metodología conocida como revisión sistemática de literatura de acuerdo con (Velasquez, 2014), la cual permitió compilar y sintetizar las diferentes técnicas alrededor del cálculo de la liquidez. De manera general, la revisión de literatura realizada puede clasificarse en forma de mini revisión de literatura, en contraste con las revisiones denominadas completas, en la medida de que los tópicos de investigación se consideran precisos y focalizados; de igual manera, la revisión de literatura puede catalogarse como descriptiva, en la medida que está focalizada en los objetivos, ámbito de aplicación y elementos evaluados, esto en contraposición con las revisiones de literatura narrativas, en las cuales se busca encontrar patrones comunes y puntos de divergencia en los estudios objeto de análisis .

Como revisión sistemática de literatura, la revisión se encuentra caracterizada por el uso de herramientas estadísticas, pensamiento crítico y alto nivel de agregación de hallazgos, con una pequeña componente cualitativa y comparativa de elementos individuales de estudios, en concordancia con el objetivo general propuesto del trabajo final.

Puntualmente, para la búsqueda de documentación relevante para el objeto de estudio, se realizó la indagación a partir de conceptos claves que permitan enlazar los estudios de investigación y caracterización en los mercados de energía respecto del análisis financiero de dichos mercados, y de las teorías del desarrollo de los mercados financieros. A partir de las referencias de los principales trabajos que motivaron el desarrollo del trabajo, fue seleccionada documentación importante, la cual es posible de mapear a través de herramientas y navegadores de internet, de carácter público. La búsqueda fue realizada en bases de datos que compilan trabajos y artículos de investigación y la selección de documentación se realizó considerando el alcance de las conclusiones y el número de variables utilizadas.

Investigación	Objetivo	País de Aplicación	Elementos evaluados - Metodología
(Ríos, Rapún, Relaño, & Chiarri, 2010)	Hacer un análisis descriptivo de los mercados de energía en Europa	Alemania, Francia, Holanda, Italia, España	Ratio Volumen negociado a plazos respecto a la demanda
(Freire, Neves, Tsunehiro, Cabral, & Souza, 2012)	Evaluar la liquidez del mercado eléctrico brasileño desde la perspectiva de los contratos eléctricos negociados, con foco en el libre mercado, explorando la contribución de diversas clases de agentes en la liquidez de estos productos	Brasil	$Churn\ Rate = \frac{Traded\ Volumen}{Energy\ Consumption}$ $Relavite\ Liquidity\ Rate = \sqrt{\frac{Ni/NTotal}{Vi/VTotal}} * 100$ <i>Ni</i> : Cantidad de un tipo particular de contrato negociado <i>NTotal</i> : Cantidad total de contratos negociados <i>Vi</i> : Volumen de negociación de un tipo particular de contrato negociado <i>VTotal</i> : Volumen total negociado
(Sklavos, Dam, & Scholtens, 2013)	Investigar la dinámica de la liquidez del mercado de valores en la industria energética de Estados Unidos a partir de indicadores para 130 empresas. en el período 2006-2011.	Estados Unidos	Autorregresión vectorial (estructural) para modelar las relaciones entre tres medidas de liquidez: volumen negociado, impacto en los precios y el spread.
(Ma, Sun, & Cheung, 2003)	Mostrar como la evolución hacia un diseño de un mercado estandarizado (SMD) en varios mercados internacionales ha articulado dos objetivos: liquidez del mercado que facilite el comercio bilateral y la eficiencia de precios que facilite la gestión de la	Nueva Zelanda, Australia, PJM, ISO-NE, y ERCOT.	Análisis comparativo a través de ejercicios guiados a la regulación de cada país.

	congestión física de la red.		
(López & Rubia, 2011)	Estudiar los efectos que tiene la implementación de mecanismos de negociación sobre la liquidez de la contratación a plazo en el mercado y la eficiencia competitiva en la formación de precios, a partir de la estabilidad de la varianza de los precios de electricidad en el mercado español.	España	<p>Análisis de volatilidad en precios a través de modelos econométricos.</p> <p>Proxy empírico, calculado mediante los cuadros del componente de innovación en el proceso. Comparación de modelos anidados en la estructura ARMA para capturar el comportamiento en media del precio que incluyen efectos estacionales y tendencias.</p>
(Frei, Loder, & Bening, 2018)	<p>Revisar los arquetipos de los mercados de energía verde en el mundo con respecto a la liquidez del mercado.</p> <p>Identificar mecanismos que pueden influir en la liquidez en los mercados de energía verde.</p>	Albania, Australia, Bélgica, Ghana, India, Italia, Japón, Noruega, Suecia, Polonia, Rumania, Corea del Sur, Reino Unido, Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania.	<p>Evaluación cuantitativa de tres indicadores de liquidez para nueve mercados: Churn Rate, bid ask spread implícito y volatilidad del precio.</p> $Churn Rate = \frac{Total Volume Traded}{Total Volumen Issued}$ $Implicit bid - ask spread = \frac{2x\sqrt{-cov(\Delta price_t, \Delta price_{t-1})}}{mean(price_t, price_{t-1})}$ $Volatility = \sigma \left(\ln \left(\frac{price_t}{price_{t-1}} \right) \right)$ <p>Identificación de los mecanismos a través de los cuales las características del comercio mayorista pueden influir en la liquidez del mercado mediante tres ejemplos ilustrativos cualitativos</p>
(Maere d’Aertrycke & Smeers, 2013)	Evaluar el efecto de las limitaciones de liquidez en los Power Exchange usando un modelo de Equilibrio de Nash Generalizado Estocástico de dos etapas con múltiples equilibrios, donde los agentes no pueden cubrirse al nivel	Estados Unidos.	<p>Modelo de Equilibrio de Nash Generalizado Estocástico de dos etapas con múltiples equilibrios, y con medidas de Riesgo Convexo</p>

	deseado.		
(Frestad, 2012)	Encontrar las variaciones sistemáticas de liquidez en diferentes segmentos del mercado con el fin de determinar el potencial para reemplazar los instrumentos de cobertura de baja liquidez y periodos de entrega y periodos de entrega limitados por instrumentos más líquidos y con periodos de entrega flexibles.	Países nórdicos - NordPool	Valores de comercio negociados por segmentos. Bid-ask spread en diferentes segmentos de mercado. Volatilidad en el volumen negociado diario.
(Ali, 2021)	Encontrar las variaciones y relación entre la liquidez de corto y de largo plazo, al interior de las compañías, y su relación con rentabilidad de estas.	Arabia Saudita	$\text{Operational Liquidity} = \text{Current Rate} = \frac{\text{Current Assets}}{\text{Current Liabilities}}$ $\text{Financial Liability} = \text{Debt} - \text{Equity Ratio} = \frac{\text{Debt or Long term loan}}{\text{Equity}}$
(Lorenc & Kustra, 2019)	Identificar cuál es la capacidad para generar flujo de caja, desde un ámbito de gestión financiera y gerencial, con el fin de indicar sus determinantes que permitan el desarrollo de la liquidez en el sector energético.	Polonia	$\text{Free Cash Flow to Firm} = \text{EBIT} \times (1 - T) + \text{amortisation} - \text{investment expenditure} - \text{addition to working capital requirement}$ $\text{Free Cash Flow to Equity} = \text{Net profit} + \text{amortisation} + \text{investment expenditure} - \text{addition to working capital requirement} - \text{debt repayment new borrowing}$ $\text{Free Cash Flow to Debt} = \text{interest rates} \times (1 - T) + \text{return of borrowing} - \text{new borrowing}$
(Zimon, 2020)	Estudiar la relación entre rentabilidad y liquidez en las compañías públicas del sector eléctrico con el fin de determinar estrategias	Polonia	<p>Análisis a partir de los Estados de Resultados, y a través de ratios financieros tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Current financial liquidity ratio • Quick ratio

	adecuadas.		<ul style="list-style-type: none">• Credit position ratio• Short-term liabilities turnover ratio• Inventory turnover• Cash conversion cycle
--	------------	--	--

3.1 Conclusiones de Revisión de Literatura

Dentro de las conclusiones abarcadas por los autores en los diferentes estudios de liquidez, se tiene por parte de (Ríos, Rapún, Relaño, & Chiarri, 2010), el hecho de que la fuerte correlación de los precios de energía entre los países europeos, objeto de estudio, y los diferentes plazos de negociación en cada uno de ellos permiten que un participante del mercado pueda cubrir en su totalidad el riesgo de su posición en el mercado, esto por medio de la compra en países donde los indicadores calculados arrojan una mayor liquidez, y la venta o cierre de la posición al momento en el cual aumenta la liquidez o se presenta la liquidez suficiente o requerida para la venta; es decir, los agentes consiguen disminuir el riesgo de sus carteras participando de forma inmediata en los mercados más líquidos en los cuales se encuentran interconectados.

Por su parte en Latinoamérica, (Freire, Neves, Tsunehiro, Cabral, & Souza, 2012) en su análisis de la liquidez en el mercado de energía brasileño encuentran niveles de liquidez por debajo de los deseados, a partir de los diferentes índices de liquidez planteados por el autor, al mismo tiempo el estudio sugiere que para mejorar el nivel de liquidez encontrado en el mercado de energía se debería incrementar el número de participantes del mercado, promover la estandarización de contratos y productos en el mercado de energía, crear un mayor nivel de transparencia del mercado y simplificar las reglas de negocio o regulación brasileña.

Desde otra perspectiva también se puede encontrar que el análisis de liquidez en un sector de la economía puede abordarse directamente a partir del estudio de las compañías que hacen parte de él, tal como lo plantean (Sklavos, Dam, & Scholtens, 2013) en su estudio para el mercado estadounidense titulado “The liquidity of energy stocks”. Puntualmente los autores por medio del análisis del Turnover, Price impact y el Spread en los stocks de energía, encuentran fuertes relaciones de causalidad entre las variables y la actividad comercial, haciendo evidente que los periodos en los cuales se tiene disminución en la producción o ingresos se afectan en mayor medida los índices de liquidez.

Dicho de otra manera, (Sklavos, Dam, & Scholtens, 2013) demuestran que el nivel de riesgo de liquidez en el mercado es altamente dependiente del nivel de producto o ingreso que se tiene.

Al interrelacionarse los elementos financieros y físicos, tanto del mercado como de la prestación del servicio de energía eléctrica, se llegan a estudios de liquidez tal como el

desarrollado por (Ma, Sun, & Cheung, 2003) en el cual a través de comparativos, supeditados a la regulación de cada país, se concluye que el diseño de mercados estandarizados y completos, tal como lo son los mercados day ahead, y basados en precios locales marginales (LMP) en el uso de la red, suelen ser mercados con mayor liquidez, que generan confianza y un mayor fomento al comercio entre las partes.

Así mismo el mercado español, a partir del estudio desarrollado por (López & Rubia, 2011), da evidencia de como la volatilidad en los precios, puede sustentar y poner en evidencia que los desarrollos en términos de contratación a largo plazo en dicho mercado han contribuido a un mayor desarrollo del grado de liquidez gracias a la mayor estabilidad en precios.

Los resultados en términos de volatilidad pueden tener diferentes análisis respecto del estudio de la liquidez, dependiendo del enfoque y las variables de mercado analizadas, tal como lo aborda (Frestad, 2012) sobre su estudio en el mercado eléctrico nórdico; allí el autor a partir del análisis de volatilidad en el volumen negociado argumenta que, para el caso de estudio particular, esta volatilidad resulta ser un buen indicador de liquidez en la medida en que da señales del mayor número de contrapartes que permiten cerrar posiciones a través del mercado. El autor realiza agrupación de las transacciones del mercado, dependiendo del vencimiento de estas, y encuentra que la volatilidad del volumen negociado varía entre los grupos y también dentro de cada grupo; esta idea de una marcada diferencia en el nivel de liquidez entre grupos también se sustenta con el cálculo de los valores comerciados o transados en dichos grupos, los cuales difieren significativamente, así como también lo hace el bid-ask spread, el interés abierto y el trading.

Finalmente un análisis multivariado de la liquidez en los mercados de energía en diferentes mercados alrededor del mundo propuesto por (Frei, Loder, & Bening, 2018), indica como los Churn Rate, la tasa implícita del bid-ask-spread y la volatilidad de los precios, son variables que son susceptibles de presentar mejora en la medida que las negociaciones se realizan en plataformas de negociación destinadas para ello o mediante corredores de bolsa, con el considerando de que la negociación en el Spot y en el Forward siempre arrojan mejores índices de liquidez en los mercados Exchange, cuando se le contrasta con los mercados de contratos a largo plazo.

Del capítulo anterior puede entonces indicarse que la liquidez es un atributo de los mercados y su estudio o acercamiento en la aplicación de los mercados de energía, de acuerdo con la documentación revisada, responde a los diferentes perfiles de riesgo y respecto del

número de transacciones o de la disposición o disponibilidad para que estas sean realizadas, de acuerdo con las obligaciones de los participantes en los mercados. En los capítulos siguientes se busca determinar los objetivos que se esperan encontrar una vez sea finalizado este trabajo de investigación, teniendo como punto de referencia los antecedentes de estudio en Colombia, el concepto de liquidez y los estudios de investigación de liquidez en los diferentes mercados de energía.

4. Objetivos y Metodología

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo general

Proponer alternativas para el aumento de la liquidez del Mercado de Energía Mayorista – MEM- en Colombia

4.1.2 Objetivo específico 1

Caracterizar los mecanismos y variables que explican la liquidez en diferentes mercados eléctricos.

4.1.3 Objetivo específico 2

Identificar las variables que permitan cuantificar la liquidez del Mercado de Energía Mayorista de Colombia

4.1.4 Objetivo específico 3

Identificar barreras al aumento de la liquidez del Mercado de Energía Mayorista – MEM- en Colombia

4.2 Metodología

Con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos planteados se busca realizar un trabajo de investigación que, a partir del marco teórico desarrollado, la revisión de antecedentes de investigación y de la revisión de literatura, permita identificar a través de una revisión de casos la manera en la cual se estudia y cuantifica la liquidez en diferentes mercados de energía.

Para lo anterior, se requiere de la realización de un riguroso estado del arte que permita por un lado, el estudio del conocimiento acumulado de la liquidez de modo tal que se genere una adecuada contextualización de esta y una correcta categorización de dicha liquidez acorde al objetivo general, es decir respecto de su manejo e intervención en el Mercado de Energía Mayorista y por otro lado, la correcta selección y análisis de los principales mercados de energía en el mundo y de los fundamentales en las transacciones que se derivan en cada uno de ellos, tal como se plantea en el objetivo específico 1.

Con un correcto desarrollo del objetivo específico 1, se espera poder introducir los elementos encontrados en los países y mercados que sirven como punto de referencia, en primer lugar, para comparar adecuadamente el MEM en Colombia con dichos mercados y, en segundo lugar, para indagar acerca de la aplicación de dichos elementos en el mercado colombiano, de acuerdo con la coyuntura actual que se tiene en el país; con lo anterior se busca desarrollar el objetivo específico 2 planteado.

Para el desarrollo del objetivo específico 3, sustentado en el alcance del objetivo específico 1 y apoyado en la revisión de literatura, se espera encontrar las principales barreras que se han teorizado en las diferentes investigaciones académicas alrededor del desempeño de los mercados de energía en términos de liquidez, y en relación con los diferentes indicadores y variables mapeadas en la revisión de casos o de países seleccionados.

Finalmente, con los elementos encontrados en los objetivos específicos, se espera generar opciones o alternativas adecuadas en términos del aumento de liquidez en el mercado colombiano, acorde a lo establecido en el objetivo general, lo anterior a partir de los diferentes comparativos de mercado y de acuerdo con las dinámicas y regulación actual en Colombia, que permitan identificar las variables explicativas que intervienen en los procesos de liquidez y que presentan oportunidades de mejora para el MEM.

5. Capítulo 4 – Mecanismos y variables de cuantificación de la liquidez en el Mundo y en Colombia

La industria energética, por su naturaleza, ha presentado más problemas de liquidez que otras industrias, dado principalmente al mercado cambiante en el cual operan y a raíz de los altos valores de capital y montos de transacciones que requiere para su operación física y financiera. De este modo, el sector energético ha presentado, en mayor medida, diseños de soluciones financieras para gestionar los riesgos de liquidez a los cuales puede verse enfrentado.

De acuerdo con (Stephens & Hanzl, 2010) las crisis de liquidez son estudiadas desde dos vertientes diferentes: liquidez de mercado y liquidez de financiación. La liquidez de mercado se refiere a la capacidad de negociar, comprar y vender, un activo o un instrumento financiero sin impactos importantes en el precio y por ende sin ocasionar pérdidas financieras, mientras que la liquidez de financiación se refiere a la capacidad de obtener efectivos de dinero con la compra y venta de dichos activos o a través de préstamos de dinero. Es importante mencionar que normalmente las crisis de liquidez, en cualquiera de sus vertientes, llevan a que los precios de mercado caigan y aumente así o se refuerce el efecto negativo de acceso a dicha liquidez.

De lo anterior, y con el fin de conocer los diferentes métodos para el cálculo de la liquidez en los mercados de energía, se ha realizado una revisión y descripción de las variables o metodologías utilizadas en diferentes escenarios económicos y en varios países.

Los países seleccionados corresponden con: Estados Unidos, Noruega, Suecia, Dinamarca y Finlandia, Mercados de Energía Verde (Albania, Australia, Bélgica, Ghana, India, Italia, Japón, Noruega, Suecia, Polonia, Rumania, Corea del Sur, Reino Unido, Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania), Mercados Europeos (Alemania, Francia, Holanda, Italia, España), Brasil y Japón.

Puntualmente, los países seleccionados para la revisión de casos corresponden al resultado de la documentación relevante y diferenciada en los diferentes trabajos y estudios de investigación hallados en la revisión de literatura expuesta en el capítulo 3, que permita un aporte respecto de la determinación de variables que explican la liquidez de mercado en los diferentes mercados de energía, de modo que posibiliten entender y extraer información importante para el estudio de dicha liquidez en el mercado de energía colombiano.

5.1 Revisión de Casos

5.1.1 Estados Unidos

Estados Unidos es un país referente en la dinámica y manejo del sector eléctrico. En cabeza de la Federal Energy Regulatory Commission -FERC, más de 3 mil empresas y productores independientes prestan sus servicios en uno o varios de los 3 sistemas interconectados en los que se divide la red eléctrica del país. En términos de liquidez, el mercado de valores de la industria energética resulta vital en la generación de confianza en los participantes de los mercados. (DNP, 2016)

Para (Sklavos, Dam, & Scholtens, 2013) algunos de los análisis de liquidez en Estados Unidos, son realizados a partir de algunas medidas a saber: el volumen negociado – Turnover, impacto en el precio – Price Impact – y el diferencial o margen – Spread. En los análisis de liquidez llevados a cabo a través de estos indicadores se ha determinado que los intermediarios afectan directamente la liquidez de los mercados.

Puntualmente, el spread o diferencial del precio de una acción es de hecho la compensación de los intermediarios financieros por negociar dicha acción, por lo que este está afectado por el riesgo de los intermediarios, quienes definen los precios de los derivados financieros.

Así mismo, a la luz de los análisis realizados, se ha encontrado que los intermediarios también generan efectos o movimientos, aunque en menor medida, en la determinación del turnover y del Price impact, a partir del riesgo y gestión realizada en los mercados, y pese a que, en general, estas medidas se forman directamente de las acciones de otros participantes del mercado como los oferentes y los demandantes, los cuales para el caso de los mercados de energía son los comercializadores y generadores.

Las medidas de liquidez mencionadas, de acuerdo con (Sklavos, Dam, & Scholtens, 2013) son calculadas de la siguiente manera:

Volumen negociado: el volumen negociado es el volumen operado o el nivel de operaciones de compraventa cerradas en un periodo de tiempo determinado. Dado que el volumen de negociación está dado en términos de acciones o contratos, este es contrastado con el valor del capital negociado, con el fin de indicar la magnitud de las operaciones. Los autores plantean el cálculo del volumen negociado como el cociente de las transacciones de una compañía en particular i , respecto del valor de capitalización de dicha compañía para un periodo determinado de tiempo t . Es decir, este indicador muestra cuantas veces es negociada una acción en relación con el valor del mercado de esta.

$$T_{ti} = \frac{\text{Volumen de Transacciones}}{\text{Valor Total del Capital}}$$

Ecuación 1 Volumen Negociado

Dado que este indicador está planteado para ser calculado para una compañía en particular, con el fin de determinar el volumen negociado de un mercado se realiza una ponderación del valor hallado por empresa, basándose en la proporción del peso de cada compañía (por ejemplo, con el valor de capitalización) respecto del valor total del mercado, así:

$$T_t = \sum_{i=1}^j w_i T_{ti}$$

Ecuación 2 Volumen Negociado en el Mercado

Donde w_i corresponde con la proporción de peso de la compañía i del mercado, mientras que T_{ti} corresponde con el Volumen Negociado, calculado en la Ecuación 1.

Spread: el spread, también conocido como bid-ask spread, es calculado a partir de la diferencia entre los precios de compra y de venta, al cierre del mercado, y respecto del precio de cierre del día; el precio de compra corresponde al precio más alto al que un comprador está dispuesto a pagar por un activo, mientras que el precio de venta corresponde al precio más bajo al cual se está dispuesto a vender dicho activo. De manera puntual, este indicador permite identificar si existen o no grandes brechas entre la oferta y la demanda en un determinado periodo del tiempo t , de manera tal que se permitan las transacciones necesarias para los agentes i de dicho mercado.

$$S_{ti} = \frac{ask_{ti} - bid_{ti}}{precio\ de\ cierre_{ti}}$$

Ecuación 3 Spread

Al igual que el turnover, (Sklavos, Dam, & Scholtens, 2013) indican que el spread puede ser calculado para el mercado, esto a partir de la ponderación o peso de cada compañía que participa en el mercado de valores analizado, de la siguiente manera:

$$S_t = \sum_{i=1}^j w_i S_{ti}$$

Ecuación 4 Spread en el Mercado

Donde w_i corresponde con la proporción de peso de la compañía i del mercado, mientras que S_{ti} corresponde con el Spread, calculado en la Ecuación 3.

Price Impact: El price impact busca capturar aspectos no reflejados con el turnover y el spread, dado que cuando se presentan excesos de oferta y demanda en un mercado tanto el turnover como el spread presentan variaciones.

El price impact busca precisamente determinar el impacto de una operación de compra o de venta en el precio, es decir calcular porcentualmente cuánto cambia el precio en relación con las cantidades que son transadas en el mercado.

Para calcular este indicador (Sklavos, Dam, & Scholtens, 2013) plantean el cociente entre cálculo de la variación porcentual de precios de los participantes del mercado, respecto bien sea a las transacciones llevadas a cabo si se desea hacer un análisis de tipo nominal, o respecto al turnover o volumen negociado, antes mencionado:

$$I_{ti} = \frac{\left| \frac{Precio_t - Precio_{t-1}}{Precio_{t-1}} \right|}{Volumen\ de\ Transacciones}$$

$$I_{ti} = \frac{\left| \frac{\text{Precio}_t - \text{Precio}_{t-1}}{\text{Precio}_{t-1}} \right|}{T_{ti}}$$

Ecuación 5 Price Impact

Donde T_{ti} corresponde con el Volumen Negociado, calculado en la Ecuación 1.

En general, el impacto en los precios es una consecuencia de las actividades de mercado y evalúa cuánto cambian los precios vigentes de mercado cuando se materializa o se genera una transacción.

Al igual que las medidas anteriores, (Sklavos, Dam, & Scholtens, 2013) indican que para el caso del price impact en una muestra de un mercado completo o compuesta por más de una compañía, esta medida puede ser calculada con base en el peso de cada una de ellas en dicho mercado, así:

$$I_t = \sum_{i=1}^j w_i I_{ti}$$

Ecuación 6 Price Impact en el Mercado

Donde w_i corresponde con la proporción de peso de la compañía i del mercado, mientras que I_{ti} corresponde con el Price Impact, calculado en la Ecuación 5.

Desde otra perspectiva, (Maere d'Aertrycke & Smeers, 2013), analizan el problema de liquidez en el sector energético en Estados Unidos, a través del estudio de variables que desde su perspectiva limitan la liquidez.

Algunos de los indicadores utilizados por los autores son: los volúmenes negociados en el mercado, el número de empresas financieras que participan de manera activa en los mercados eléctricos (tanto en los mercados Over the Counter – OTC- como en los mercados Exchange), el número de arbitrajistas que participan de los mercados Exchange de energía y el número de Financial Transmission Rights- FTR- subastados para un determinado periodo de tiempo (instrumentos de cobertura para el transporte de energía y la capacidad de la red de transmisión de energía utilizado).

La selección de estos indicadores y el análisis de liquidez de los autores está sustentada en la premisa de que la volatilidad de los precios de la electricidad hace de los instrumentos financieros herramientas importantes en los intercambios del mercado.

5.1.2 Países Nórdicos: Noruega, Suecia, Dinamarca y Finlandia- Nordpool

El mercado nórdico de energía eléctrica está compuesto por los países: Noruega, Finlandia, Suecia y Dinamarca. Nordpool, como se le conoce, es pionero en la liberación del mercado de electricidad y hoy en día está totalmente integrado contando con un mercado diario y un mercado intradiario, con una componente de mercados estandarizados de largo plazo de coberturas financieras y otra componente de balanceo del sistema en tiempo real.

De cara al análisis de liquidez, es importante mencionar que en un escenario en el cual se presentan mercados incompletos, los mecanismos de cobertura exigen o implican compensaciones, tal como se mencionó en el caso de Estados Unidos, de acuerdo con los grados de exposición al riesgo del precio del subyacente, y dado que el número de instrumentos de cobertura es limitado, o en su defecto la facilidad con la que pueden negociarse puede variar significativamente. En este sentido, la liquidez de los diferentes segmentos de riesgo es estructuralmente diferente.

Bajo la premisa de que liquidez es diferenciada por segmentos del mercado y dadas las condiciones de los mercados Exchange de Nordpool, la liquidez es analizada por (Frestad, 2012) con base en los siguientes indicadores:

1) Actividad comercial y evolución del interés abierto.

- El comercio, la actividad comercial o el trading por si solo son un indicador que muestra la facilidad con la cual se puede negociar determinado activo. El análisis de la actividad comercial permite identificar que productos o plazos en el vencimiento de los productos están siendo más transados y por tanto tienen mayor probabilidad de encontrar una contraparte que permita el cierre de posiciones. Estos indicadores pueden resultar interesantes de estudiar en la medida en que incluyen tanto los productos Exchange como los productos OTC, en este sentido, si a partir de los datos se encuentra que en el mercado se genera mayor negociación extrabursátil de determinados instrumentos o productos financieros, respecto de los mercados estandarizados, se puede concluir que este hecho es producto de las restricciones mismas del mercado Exchange.

- El interés abierto indica el número de posiciones que no han sido cerradas o liquidadas en un mercado, respecto de sus vencimientos. El interés abierto es utilizado como una medida de liquidez en la medida en que representa la probabilidad de que un comprador o vendedor esté presente en el mercado en el algún momento futuro. Puntualmente el interés abierto es calculado como la suma de las posiciones de largo y corto (compra y venta) realizadas en las cámaras de compensación, dividida por dos; dicho indicador incluye las operaciones Exchange y OTC.

2) Proxys de liquidez

Bajo la premisa de rigidez, entendida como el costo de cambiar de posición durante un periodo corto de tiempo, y la cual es medida por el tamaño de la oferta, el análisis de liquidez expuesto por los autores en el mercado de Nordpool hace uso de otros proxys propios de liquidez como lo es el Spread o Diferencial. Puntualmente el indicador es calculado como la diferencia promedio entre los precios de oferta y demanda (bid ask spread) en cada segmento de derivados, y de acuerdo con el vencimiento de cada producto en el mercado de valores.

La volatilidad en el volumen negociado, o Turnover, también es utilizada como proxy de liquidez en el mercado de Nordpool, entendiéndose que los productos más líquidos varían de manera significativa y sistemática dentro de los intercambios del mercado Exchange y por tanto para (Frestad, 2012) a mayor volatilidad en el monto de las transacciones, mayor será la liquidez del mercado.

5.1.3 Mercados de Energía Verde

(Frei, Loder, & Bening, 2018), analizan la liquidez en un conjunto de países disimiles, bajo la premisa de que el éxito de la promoción de energía verde depende en gran medida de altos índices de liquidez de los mercados. De manera particular el análisis de la liquidez de los mercados de energía verde utilizados, parte de la construcción de los siguientes indicadores:

- **Tasa de abandono o Churn Rate:** las tasas de abandono son calculadas como el cociente entre el valor de las transacciones y el valor de la demanda final del servicio, de este modo mide cuántas veces un activo es intercambiado entre los diferentes agentes del mercado antes llegando a su comprador final. Así, la tasa representa el número de operaciones ejecutadas en el mercado y, por tanto, permiten identificar

con que facilidad es posible encontrar un socio o contraparte comercial en el mercado, dada la magnitud de dicha tasa.

$$\text{Churn Rate} = \frac{\text{Volumen Total de Transacciones}}{\text{Volumen Total de la Emisión / Demanda}}$$

Ecuación 7 Churn Rate

- **Diferencial implícito entre compra y venta o Implicit Bid-Ask Spread:** el bid-ask spread implícito es calculado como el cociente entre la covarianza de la serie de tiempo de los precios del subyacente, respecto de la media en el mismo. El indicador está pensado como medida de las fricciones comerciales e indica qué tan bien establecido están los precios de mercado, por lo tanto, cuanto menor sea el diferencial de oferta y demanda implícito, más líquido es el mercado de intercambios comerciales.

$$\text{Bid Ask Spread Implícito} = \frac{2 \times \sqrt{-\text{cov}(\Delta \text{precio}_t, \Delta \text{precio}_{t-1})}}{\text{Media}(\text{precio}_t, \text{precio}_{t-1})}$$

Ecuación 8 Bid Ask Spread Implícito

- **Volatilidad de precios:** la volatilidad históricamente ha sido utilizada como medida de riesgo. En este sentido, la volatilidad que mide las fluctuaciones del precio de mercado a lo largo del tiempo y representa el riesgo en el precio, indica qué tan bien establecidos se encuentran estos ante el mercado, por tanto, cuanto menor sea la volatilidad de los precios, los mercados tenderán a ser más líquidos.

$$\text{Volatilidad del Precio} = \sigma \left(\ln \left(\frac{\text{Precio}_t}{\text{Precio}_{t-1}} \right) \right)$$

Ecuación 9 Volatilidad del Precio

5.1.4 Mercados de Electricidad en Europa

De acuerdo con lo establecido por (Ríos, Rapún, Relaño, & Chiarri, 2010) en el desarrollo de mercados a plazo en los diferentes mercados de Europa, en contraposición de los mercados spot, con el fin de desarrollar estrategias de más largo plazo que contribuyan a la obtención de utilidades a través de la gestión del riesgo y una mejor planificación financiera, han determinado la importancia de la liquidez para la consecución del desarrollo de dichos mercados a plazo. Puntualmente los mercados ilíquidos generan señales de precio poco creíbles, lo que puede ocasionar que muchos agentes no participen del mercado y por ende se reduzca aún más la liquidez de los mercados.

- El indicador utilizado para la medición de la liquidez en los mercados europeos corresponde con la ratio del volumen negociado respecto de la demanda total del servicio de energía eléctrica. Esta ratio permite identificar por cada MWh consumido cuantas veces este ha sido comprado y vendido en el mercado, tal como se menciona en el caso del análisis de liquidez de los países de los mercados de energía verde y en el caso de Estados Unidos.

5.1.5 Brasil

Brasil es un país que al igual que la mayoría de los países de Europa, desde el siglo pasado ha venido en un proceso de liberalización del mercado eléctrico. Puntualmente desde el análisis realizado por (Freire, Neves, Tsunechiro, Cabral, & Souza, 2012), la liberación de estos mercados se alcanza de manera exitosa en la medida que estos tienen un mayor grado de madurez y eficiencia, estrechamente relacionados con los niveles de liquidez. Por este motivo, el seguimiento de los niveles de liquidez puede ser un indicativo del rendimiento y evolución de los mercados.

Puntualmente en Brasil, los análisis de liquidez se han realizado desde una perspectiva de contratación y comercialización, considerando los tipos de agentes o participantes del mercado que transan en él. Algunas características que han sido evaluadas y permiten construir los índices de liquidez son los siguientes:

- **Número de participantes activos en el mercado:** el número de generadores y comercializadores, en conjunto con los hacedores de mercado y de precios (Market Makers y Price Makers), los cuales permiten mayor número de transacciones y mejores niveles de eficiencia.
- **Volúmenes disponibles:** el volumen negociado en el mercado es un indicador de las posibilidades de generar negocios entre las partes. Los escenarios con excesos de oferta o escasez llevan a que los participantes del mercado presenten dificultades de carácter financiero, principalmente por las presiones sobre los precios de mercado.
- **Costos de transacción:** los altos costos de transacción inhiben la liquidez, ya sea por medio del establecimiento de costos fijos, comisiones de intermediación o el establecimiento de pagos de algunos tipos de primas. La falta de estandarización de

productos también ocasiona que se den aumento en los costos de transacción, al tiempo que genera escenarios en los cuales se presenten menores volúmenes de negociación.

Con lo anterior algunos índices utilizados en la cuantificación de la liquidez en el mercado de electricidad de Brasil, de acuerdo con (Freire, Neves, Tsunehiro, Cabral, & Souza, 2012), son:

- Tasa de abandono o churn rate:

$$\text{Churn Rate} = \frac{\text{Volumen Total de Transacciones}}{\text{Demanda Total}}$$

Ecuación 10 Churn Rate

El índice busca indicar cuantas veces se transa cada MWh consumido.

- La tasa relativa de liquidez es otra medida de liquidez del mercado de Brasil:

$$\text{Tasa Relativa de Liquidez} = \sqrt{\frac{N_i}{N_{total}} \times \frac{V_i}{V_{total}} \times 100}$$

Ecuación 11 Tasa Relativa de Liquidez

Donde N_i el monto de un tipo particular de contrato negociado, que N_{total} es la cantidad total de contratos negociados, V_i es el volumen de negociación de un tipo particular de contrato y V_{total} es el volumen total negociado.

La tasa relativa considera no solo el volumen de las transacciones de un activo, como lo hace el churn rate, sino también asigna un peso a dichas transacciones respecto los volúmenes negociados de todos los activos transados en el mercado, y respecto del número de negociaciones.

Para el caso del análisis del mercado de energía eléctrica los activos corresponden a los tipos de contratos en dicho mercado, para lo cual los índices permiten identificar la relación entre las decisiones de compra, no solo por el desempeño futuro de los contratos ofertados, es decir por su valor, sino también por la liquidez relativa de estos respecto de los demás contratos en el mercado.

- La contribución de las clases en la liquidez también se presenta como un indicador de liquidez en mercado brasilero:

$$\text{Contribución de las Clases en la Liquidez} = \sqrt{\frac{N_{ij}}{N_{i_total}} \times \frac{V_{ij}}{V_{i_total}}} \times 100$$

Ecuación 12 Contribución de las Clases en la Liquidez

Donde N_{ij} es el número de contratos tipo i negociados por la clase de agente j , N_{i_total} es el número total de contratos de tipo i negociados en el mercado, V_{ij} es el volumen de contratos tipo i negociados por la clase de agente j y V_{i_total} es el volumen total de contratos de tipo i negociados en el mercado

Teniendo como base la liquidez relativa calculada por tipo de activo, o para el caso del sector eléctrico por tipo de contrato, el indicador de contribución de clases busca ponderar por tipo de agentes participantes en la negociación de los contratos, por lo que en este caso el índice busca determinar el volumen y el número de contratos por cada tipo de contrato y para cada tipo de agente participante del mercado, en relación con el volumen y número de contratos negociados en todo el mercado. Finalmente, lo que busca determinar es en qué medida los agentes pueden o no inyectar más o menos liquidez al mercado desde sus posiciones de compra y venta.

5.1.6 Japón

La Bolsa de Energía Eléctrica de Japón (JEPX), fue lanzada en 2005 como parte del proceso de liberalización del mercado de energía mayorista, con el interés de generar precios de referencia para fomentar la inversión en la producción de energía eléctrica a través de diferentes fuentes, buscando un ajuste en las transacciones de oferta y demanda. El análisis realizado por (Ikeda, 2015) para el estudio de la iliquidez del mercado muestra que las cantidades de energía negociadas en JEPX corresponden al 0.6% de las transacciones OTC realizadas entre generadores de los monopolios regionales del país.

El estudio de la iliquidez del mercado intradiario de Japón busca entender las transacciones acudiendo al hecho de que en este mercado los problemas de liquidez están determinados, de acuerdo con el autor, por la respuesta o movimientos en el mercado ante cambios en los precios de compra y venta o lo que es lo mismo por la velocidad con la que los precios se recuperan ante choques aleatorios y de acuerdo con el número de productos (dígase contratos) y costo asociado a ellos para realizar los

ajustes de posiciones en el mercado.

Este concepto ha sido analizado y denominado Price Impact en la literatura revisada; así mismo el estudio de la iliquidez en el mercado japonés está condicionado por la naturaleza en las transacciones, las cuales son únicas y son realizadas por medio de subastas de productos call.

Con base en lo anterior, las medidas planteadas por (Ikeda, 2015) parten del hecho de los productos que se transan tienen una diferenciación de media hora durante cada día, esto es 48 contratos por día, así mismo los productos tienen una estructura de mercado que se hacen asimilables entre sí para cada tipo de día en una semana, por tanto, la iliquidez está representada por los rendimientos semanales de cada contrato de media hora respecto del mismo contrato en la semana anterior. De esta manera el índice de liquidez se calcula como:

$$PI_{idw} = \frac{|Ln P_{idw} - Ln P_{id,w-1}|}{V_{idw}}$$

Ecuación 13 Price Impact

Donde P_{idw} es el precio para el periodo i , en el día d y en la semana w , mientras que V_{idw} es el volumen de las transacciones para el periodo i , en el día d y en la semana w .

(Ikeda, 2015) también plantea como a partir del índice del impacto en los precios es posible hallar medidas de liquidez promedio para ventanas de tiempo superiores a una semana, de la siguiente manera:

$$ILQ_{idw} = \sum_{i=0, \dots, T-1} \frac{PI_{w-i}}{T}$$

Ecuación 14 Price Impact Superior a Una Semana

Donde PI_{idw} es el impacto en el precio calculado en la ecuación 13, mientras que T corresponde con el total de semanas de observación planteada.

5.2 Indicadores de liquidez encontrados en la revisión de casos

Dentro de los estudios revisados de liquidez de mercado es posible encontrar elementos o

componentes comunes: el nivel de comercio o el volumen de transacciones, por ejemplo, y la demanda final de usuarios son sin duda uno de los elementos primarios que permiten identificar en qué medida se da o se presenta la intermediación financiera, y con ello permite entender en qué medida se generan escenarios que posibilitan la gestión de riesgos de la actividad de compra y venta de energía, producto de la participación de dichos intermediarios en el mercado.

Del análisis de liquidez a partir de los volúmenes transados se desprende el indicador de liquidez relativa. En el análisis de liquidez relativa es importante notar como la liquidez es estudiada no solo considerando los volúmenes de negociación transada, sino también considerando el peso de cada negociación realizada dentro del total del mercado y el número de transacciones, lo cual pudiera ser por ejemplo los contratos para el caso del análisis de liquidez en el sector eléctrico.

Este ejercicio es posible desglosarlo aún vez más, de acuerdo con la disponibilidad de información y la finalidad de los estudios requeridos, como lo es con el tipo de agentes que transan en el mercado, incorporando con ello análisis de liquidez en términos de los participantes o agentes que transan en un mercado y de su aporte o dependencia en las transacciones que se derivan del mismo.

El spread o diferencial en los precios de oferta y demanda también es un indicador encontrado con regularidad en el análisis de la liquidez en mercados de energía, tanto para el sector financiero como para el sector energético.

El bid ask spread permite evaluar que tan cerca o tan alejados se encuentran las ofertas de compra y venta en un escenario transaccional, y por tanto permite identificar en un mercado que tan fácil o difícil es que se generen las transacciones entre las partes. Es importante acá considerar que el bid ask spread, de acuerdo con el análisis observado, resulta ser útil en el análisis de liquidez toda vez que dicho análisis se realice sobre la negociación de productos o instrumentos financieros estándar, los cuales, habitualmente, son transados en las diferentes bolsas de valores o mercados Exchange.

Otra medida de liquidez utilizada, y que pudiera ser asimilable, al menos en su concepción, al bid ask spread es el interés abierto; el interés abierto en su esencia corresponde al número de opciones, contratos y en general productos o derivados financieros, que no han sido despachados, liquidados o cerrados, pese a ya haber sido negociados; dicho de otra manera corresponde al número de posiciones abiertas en el mercado; si se nota, el indicador permite conocer las ventanas de tiempo promedio en las negociaciones, el disponible que

se genera en cada negociación y de manera general las expectativas de los involucrados (incluidas las cámaras de compensación).

Nótese que en los indicadores anteriormente analizados se busca medir el impacto o el volumen en las transacciones del mercado, sin embargo, los analistas financieros han encontrado que de los análisis de liquidez realizados a partir de dicha premisa se ha obviado el hecho de los excesos desproporcionados de oferta o demanda en el mercado, lo que puede llevar a que tanto los volúmenes negociados (ej. Turnover) como el precio se vean modificados.

Según lo anterior, con un fuerte movimiento del precio, producto de las operaciones llevadas a cabo en el mercado, algunos análisis de liquidez pueden quedar desvirtuados. Por tanto, otro indicador ha sido utilizado en el análisis de liquidez, es el Price Impact o traducido al español como impacto en el precio, el cálculo de este corresponde a la evaluación del cambio porcentual de los precios de mercado (por ej. el precio de cierre o el precio promedio ponderado de las transacciones del mercado) para un periodo determinado de tiempo, respecto de los volúmenes negociados.

En relación con la variación en los elementos analizados de los mercados de energía, se ha encontrado que la volatilidad, por su definición misma, es una medida estadística que permite medir la frecuencia en el cambio de una variable. Usualmente la volatilidad es medida a partir de las desviaciones estándar de los cambios en las series de precio analizadas.

En el estudio del concepto de liquidez en los mercados de energía se encontró que la volatilidad es una medida utilizada desde varias vertientes; en primer lugar, la volatilidad ha sido considerada como una medida de riesgo desde la teoría financiera, en este sentido algunos estudios han llegado a la conclusión de que la volatilidad en variables como los precios permiten indicar el riesgo que se tiene en la negociación producto esta variabilidad, en este sentido se llega a la conclusión de que a medida que el precio fluctúa menos, o se da una menor volatilidad, se genera un menor riesgo y por tanto cuanto menor sea la volatilidad mayor será la liquidez del mercado.

Desde otra perspectiva, la volatilidad en los volúmenes negociados en el mercado también ha sido utilizados en los análisis de liquidez del mercado, bajo la premisa sobre la cual se espera que una alta volatilidad en los valores transados sea señal de una alta liquidez, normalmente este análisis de volúmenes negociados permite dictaminar al interior de un mercado que productos o derivados financieros suelen ser más volátiles. Es interesante

notar que, del análisis expuesto, es importante ligar o llevar en paralelo a los análisis de liquidez de volatilidad sobre volúmenes negociados el impacto en los precios anteriormente mencionado, esto a raíz de las conclusiones erradas que podrían estarse arrojando de solo considerar algunos apartes de la información.

Al mirar en retrospectiva como se estudia y analiza la liquidez en los mercados de energía, podría decirse que si lo que se busca es agrupar en algunos componentes principales los indicadores de análisis, existen dos características que pudieran ser transversales a todos ellos, dichas características son el número de participantes activos en el mercado, quienes se encargan de generar las transacciones entre las partes involucradas, tanto en la prestación del servicio como en el consumo, y los costos derivados de dichas transacciones.

En la medida en que en los mercados se presenta un número más elevado de participantes, es plausible pensar que algunos costos de transacción pudieran disminuirse, especialmente aquellos costos que parecen ser costos fijos y que no dependen de los volúmenes de dichas transacciones; de igual manera, un número elevado de participantes en el mercado lleva a que se presenten un mayor de posiciones en largo y en corto, dada la diversidad de criterios de negocio adoptados por cada participante del mercado, y así mismo de acuerdo con los diferentes perfiles de riesgo o de negocio adoptados por cada uno de ellos.

Con un mayor número de posiciones en el mercado, y por ende de ofertas asociadas a dichas posiciones, se podría indicar entonces que los diferenciales entre los precios de oferta y demanda deberían caer, aumentando así las probabilidades de que se generen “cases” en las negociaciones en el mercado. De igual modo, un mayor número de agentes que transan en el mercado generan dos efectos a saber, en primer lugar disminuyen el poder de mercado que tiene cada uno de ellos, esto por los principios de competencia perfecta de la teoría económica, con ello entonces es probable que producto de la disminución en el poder de mercado el Impacto en los Precios también caiga, dada la menor dependencia a nivel de mercado de agentes con posiciones estratégicas, por ejemplo agentes que concentran algunos tipos de demanda, o demanda en algunas franjas horarias.

Finalmente, desde la óptica de liquidez de financiación, podría indicarse que en la medida en que se tenga un mayor relacionamiento de los sectores financiero y eléctrico, los agentes pudieran encontrar nuevas opciones que permitan tomar de manera certera decisiones de operación e inversión al interior de las compañías, sin afectar de manera considerable los flujos de efectivos necesarios para mantener los requerimientos financieros que se presentan de manera constante. Todo ello repercute en un abanico de posibilidades de transar en el mercado, en el cual los agentes se permiten tener un número más elevado de

estrategias financieras y comerciales, que impactan de manera positiva el número de transacciones, y con ello la liquidez de mercado.

5.3 La liquidez en el Mercado Eléctrico Mayorista de Colombia

5.3.1 Indicadores de Liquidez

En Colombia, la evolución del Mercado de Energía Mayorista aún es incipiente si se contrasta con el desarrollo de otros mercados referentes objeto de estudio de la documentación revisada, especialmente en lo que respecta del desarrollo financiero del mercado.

En el análisis y cuantificación de la liquidez en el MEM en Colombia se ha podido realizar el cálculo de algunos de los índices que permiten entender en qué situación se encuentra el mercado colombiano, índices anteriormente mencionados en el desarrollo de este trabajo, puntualmente en el capítulo 1, y que al contrastarse con las revisiones de casos expuestas en el numeral 5.1 de este trabajo se encuentran en la misma de línea de investigación de los autores allí planteados.

De manera puntual, a partir de las transacciones en el mercado de derivados financieros, administrado por Derivex, es posible el cálculo del bid ask spread (The Economic Times, 2020), o la brecha entre los precios de oferta y demanda ofertados en la plataforma Exchange, que permiten a los participantes del mercado la compra y venta de activos y obligaciones de energía.

Así mismo, el Administrador del Mercado de Energía Mayorista, XM, arroja resultados de cálculo de la liquidez del mercado a partir del volumen negociado de las transacciones del MEM, sin considerar las transacciones de productos derivados financieros, respecto de la demanda de usuarios finales. Para la construcción de dicho índice, el ASIC toma las compras en bolsa y contratos, respecto de la demanda comercial.

5.3.2 Liquidez en Colombia

A partir de la documentación revisada, ha sido posible determinar que para el MEM de Colombia existen importantes oportunidades de mejora en términos de liquidez, sin embargo, es importante mencionar que en el sector también se han venido gestando

algunos esfuerzos que han permitido el avance de aspectos de mercado que posibilitan el apalancamiento o el desarrollo de dicha liquidez.

En primer lugar, es importante mencionar que los agentes del sector mantienen estrategias discretionales en lo que respecta al manejo de sus operaciones de mercado, se puede observar que en general manejan un perfil de cobertura, más que de especulación o arbitraje, sustentado en la probabilidad de ocurrencia en las pérdidas que se puedan derivar de este tipo de posiciones en las transacciones.

A pesar de lo anterior, cada vez son más los agentes que se registran ante el Mercado de Energía Mayorista, de acuerdo con (XM, 2021), al cierre de 2020 el MEM contaba con un total de 267 agentes registrados, en contraposición con los 242 agentes registrados al cierre de 2019, un aumento del 15.38% para el caso de los generadores y un 11.82% para el caso de los comercializadores, quienes finalizaron el año 2020 con un total de 90 y 123 agentes registrados en cada actividad, respectivamente.

Adicionalmente, es importante mencionar que en octubre de 2019 fue llevado a cabo, por parte la Unidad de Planeación Minero-Energética- UPME, la asignación de 9 proyectos de generación a partir de la (Subasta CLPE N° 046, 2019) de energías renovables, en la cual, de cara a los avances en términos de liquidez, ofrece dos elementos importantes para el apalancamiento de la liquidez de mercado: en primer lugar permitiendo la incorporación de nuevos agentes en el mercado de energía, los cuales disminuyen el poder de mercado de las compañías ya establecidas, esto a través del principio de competencia económica, y en segundo lugar, el mecanismo de subasta de energía posibilitó el derecho a firmar contratos financieros o acuerdos de compra de energía para una ventana de tiempo desde 5 hasta 15 años.

Lo anterior es un hito importante para el país, toda vez que, de acuerdo con el Administrador del Mercado, la contratación de largo plazo (OTC) llevada a cabo en el MEM tiene una duración promedio de entre 1 y 3 años. (XM, 2021)

Con la celebración de estos contratos, si bien por un lado si bien puede indicarse que por su amplia duración y por los mecanismos de subasta en los cuales son adjudicados y celebrados dichos contratos son objeto de una menor renegociación o reventa, es de anotar también que por otro lado estos contratos están aumentando en el mercado de energía la capacidad de realizar negocios sin variaciones importantes en el precio de la negociación, en concordancia con la definición misma del riesgo de liquidez, y ello sin mencionar que de acuerdo con (Ministerio de Minas y Energía, 2019) el precio promedio adjudicado en la

subasta se ubicó aproximadamente 50% por debajo del valor histórico promedio de los contratos bilaterales tradicionales, sino que también la subasta está permitiendo la consolidación de una mayor confianza inversionista, lo cual a su vez permite el desarrollo de nuevos negocios y productos, y con ello la participación de nuevos participantes de mercado, tanto desde la oferta como desde la demanda, generando así un refuerzo positivo en términos de liquidez.

De otro lado, la contratación bilateral en el MEM continúa presentando altos costos de transacciones, y los participantes del mercado, tanto compradores como vendedores, en algunas ocasiones están integrados o relacionados, lo que distorsiona las decisiones de oferta y demanda. Sin embargo, es importante mencionar que desde la regulación del sector se han venido realizando esfuerzos importantes para contribuir a fomentar cada vez más una sana contratación en el mercado. En primer lugar, limitando la capacidad máxima de compras propias para los agentes integrados o relacionados, y con la consolidación de convocatorias públicas para la atención de la demanda, la cual permite la estandarización o flexibilización en las transacciones OTC, con efectos directos en los niveles de liquidez del mercado y, en segundo lugar, incentivando el uso de nuevos contratos en el mercado.

De manera puntual en 2019, con la Resolución CREG 130 (CREG, 2019) de ese año, se establecieron reglas de comportamiento para los participantes del mercado que prestan el servicio de energía eléctrica y gas, buscando garantizar la transparencia en el manejo de la información de los usuarios y que se vele por los intereses de dichos usuarios.

Dentro de las medidas para lograr tal fin se definió el diseño de una plataforma web por parte de cada comercializador en la cual se deben publicar términos de referencia de contratación neutrales y transparentes, con la clara identificación de las cantidades de energía a contratar, periodo de tiempo y demás condiciones que permitan la toma de decisiones de compra y venta para las contrapartes del negocio. Lo anterior con miras a que se mejore la eficiencia y la competencia en este tipo de transacciones, posibilitando la compra a los oferentes que cumplan con el pliego de términos de referencia exigido, al menor costo posible.

Adicionalmente, dicha resolución también definió la consolidación de un sistema centralizado de información de convocatorias públicas – SICEP- actualmente desarrollado y administrado por el ASIC, el cual tiene como finalidad posibilitar el acceso a la información de los contratos de energía, tanto del mercado regulado como no regulado, buscando reducir los costos de transacción asociados a la negociación y fomentando la transparencia y trazabilidad de estos procesos. (XM, 2021)

Para julio de 2021, de acuerdo con el Administrador del Mercado, los resultados de las convocatorias públicas del SICEP habían arrojado un total de 105 procesos, de los cuales 69 resultaron adjudicados, 9 resultaron cancelados y 27 desiertos. Puntualmente para lo corrido de 2021 se tiene un total de 757,978.31 GWh lo cual corresponde con el 88.88% de la cantidad de la demanda en las convocatorias.

De otro lado, la dinámica regulatoria estableció un límite al porcentaje de compras que los comercializadores pueden realizar a los agentes con los cuales se encuentra en situación de control o con los cuales se presentan conflictos de interés; de acuerdo con la normatividad vigente (CREG, 2019) se espera disminuir gradualmente el porcentaje permitido de compras propias, siendo el límite de estas para el año 2020 de un 50% y se espera llegar a máximo el 20% para el año 2027.

En referencia con la contratación de energía, y con una implicación directa en la gestión del riesgo de los agentes del MEM, la expedición de las Resoluciones CREG 206 de 2020 y 023 de 2021 se ubican como un primer paso importante en el fomento de los procesos de contratación de derivados financieros de energía en la única plataforma Exchange para el sector eléctrico, actualmente administrada por Derivex.

Las resoluciones en cuestión se han establecido como proyectos de Resolución, para comentarios de los interesados, y en ellas se ha definido por primera vez una fórmula que posibilita el traslado de los costos de contratación de las compras de energía realizados a través de los contratos de derivados financieros de energía, administrados en el mecanismo Derivex – CRCC, de acuerdo con las reglas definidas en la Resolución CREG 114 de 2018 para el traslado de componentes tarifarios.

Dichas compras, para ser reconocidas en la componente de costos, serán contenidas dentro de la componente G (Generación) del costo unitario en la prestación del servicio de energía eléctrica -CU- y por medio del cual se regula la tarifa aplicable en la atención del servicio a usuarios regulados en el SIN. (CREG, 2021)

Es importante mencionar como producto del trabajo de campo de (Valentierra, 2017) ya se había determinado que para el caso del mercado regulado la no inclusión de los costos de las coberturas realizadas por parte de los agentes del mercado en las operaciones de Derivex en las tarifas, es uno de los aspectos importantes mencionados por dichos agentes como causas de la poca o nula demanda de los contratos de futuros de energía hoy existentes, así mismo en este estudio se logró evidenciar que el aumento en el uso de los

contratos de futuros de energía, generan una disminución en los diferenciales de oferta y demanda, o lo que es lo mismo un cierre en los índices de bid-ask spread, y por ende un aumento en la liquidez del mercado.

Adicionalmente, en lo que respecta al manejo de los derivados de energía, y puntualmente los contratos de futuros de energía del sistema de negociación de Derivex, para el primer semestre de 2021 fueron llevados a cabo tres subastas de cierre de dichos contratos para la atención del mercado no regulado. Producto de estas subastas fueron ofertados bloques de energía para los años comprendidos entre 2022 y 2026, con precios que oscilaron entre los 229 \$/kWh y 269.5 \$/kWh y de las cuales se alcanzó un volumen de adjudicación para el bloque anual de 2023 de un total 4.32 GWh y con un precio de 240 \$/kWh, convirtiéndose en un precio de referencia que modela las expectativas de los participantes del mercado y que se convierte en punto de partida para negociación de próximos bloques de energía. (Energía Estratégica, 2021)

Con lo mencionado con anterioridad, se podría entonces indicar que para lo que respecta del mercado de energía colombiano actualmente se ha encontrado de la revisión documental dos indicadores de liquidez que permiten con acierto entender algunas de las dinámicas en torno a la liquidez. Así mismo, de los elementos que permiten apalancar los niveles de liquidez en el mercado se han podido encontrar elementos, de carácter regulatorio principalmente, que evidencian algunos puntos de apalancamiento de liquidez como lo son la celebración de subastas, definición de tarifas, y la limitación de compras.

Con lo mencionado en este capítulo es posible guiar el ejercicio de investigación final, en conjunto con la revisión documental expuesta en el capítulo siguiente, donde se discuten los elementos que en la revisión internacional aparecen como dificultades o barreras para el desarrollo de la liquidez en los mercados de energía, esto en complemento a los elementos de desarrollo mencionados, puntualmente para el caso colombiano en este numeral 5.3.2.

6. Capítulo 6 – Barreras a la liquidez y cómo afrontarlas

6.1 Barreras a la liquidez

De la revisión a las barreras de liquidez en los mercados de energía mayorista, se ha detectado algunos aspectos relevantes o comunes entre ellos, principalmente en aquellos mercados que, desde varias vertientes, han atravesado por algún tipo de crisis de liquidez tal como lo menciona (Stephens & Hanzl, 2010).

6.1.1 Generalidades de las barreras a la liquidez

Antes que nada, es importante hacer una reflexión respecto a los análisis que se han planteado para entender las posibles causas de la baja liquidez en los mercados de energía. En primer lugar, es necesario considerar que cada mercado presenta una configuración única, esto respecto de su diseño y operación, hecho que de algún modo está ligado tanto a su infraestructura física en la prestación del servicio, como a su marco normativo y regulatorio.

En este orden de ideas, la liquidez de los mercados normalmente es función de una serie de diferentes y complejos aspectos e interrelaciones entre ellos, por lo cual no es usual que esta, es decir la liquidez, sea explicada en una sola dirección o por una única causa. Así mismo, y ligado a lo anterior, es probable que un aspecto por sí solo no conlleve a una disminución de la liquidez, ya que dependerá precisamente de las interrelaciones que este posea con los diferentes aspectos del mercado, es decir, es posible que existan elementos que bajo ciertas condiciones disminuyan la liquidez de un mercado mientras que en otras condiciones diferentes no tengan ningún tipo de afectación o efecto negativo.

En segundo lugar, también se ha encontrado que en el análisis de liquidez es necesario considerar como la liquidez por sí misma no es un fin primario o fundamental de un desarrollo de un mercado, pese a los efectos mencionados que ya han sido mencionados en este ejercicio. Por tal motivo, si bien en ocasiones puede entenderse que algunos

aspectos, de forma aislada, pueden explicar o tener un efecto directo sobre la iliquidez de los mercados de energía, este debe ser analizado de manera integral, balanceando o tratando de entender que aspectos del diseño del mercado están justificando dichas causas y más aún que otros objetivos están persiguiendo.

Finalmente, es importante también indicar que el entendimiento de las causas de iliquidez en los mercados de energía puede atribuirse de manera errada, esto a raíz de que algunos elementos poseen ciclos de retroalimentación entre ellos, por lo que se puede dificultar la determinación entre causas y efectos, y por tanto la ubicación de un punto de partida en el análisis del problema expuesto.

Con todo lo anterior, pueden mencionarse algunos de los elementos encontrados con base en la revisión de (Office of Gas and Electricity Market, 2010) que pueden atribuirse, en cierta medida, como posibles causas de una baja liquidez en los mercados de energía, incluido los mercados mayoristas.

6.1.2 Integración Vertical

La integración vertical es uno de los elementos comunes en los diferentes mercados, debido principalmente a las económicas de escala de la prestación del servicio de energía eléctrica, y bien por lo que desde la teoría económica pudiera llamarse como monopolios naturales.

Puntualmente en Colombia la integración vertical que hoy se presenta en algunas compañías se encuentra ligado, no solo a lo anterior sino también, a la prestación del servicio en cabeza de los diferentes órganos del Estado, y pese a las reformas legales llevadas a cabo y que han buscado la separación de actividades de la cadena productiva de la energía.

De los análisis observados pareciera indicarse que la integración vertical es una componente común en los mercados de energía de baja liquidez, aunque si bien la correlación entre las dos variables no implica naturalmente una relación de causalidad entre las mismas.

La integración vertical afecta la liquidez del mercado debido a que los agentes integrados en general no requieren de la participación del mercado, porque ellos pueden autoabastecerse, así mismo la integración vertical, dependiendo del poder de mercado que se tenga, posibilita que se manipulen precios de algunos productos o sectores en el mercado, cerrando así las posibilidades de negociación y en general bloqueando la

posibilidad de que nuevos agentes participen del mercado y se desarrollen nuevos productos. (Office of Gas and Electricity Markets, 2009)

6.1.3 Tamaño del Mercado

De otro lado, el tamaño de mercado también es una característica que puede configurarse como un condicionante de la liquidez en los mercados de energía. En la medida en que se tiene un menor tamaño de mercado, la liquidez que este puede sostener se limita a las necesidades de ese tamaño. (Office of Gas and Electricity Market, 2010)

Lo anterior, plantea un elemento común en términos de limitantes o barreras al crecimiento de la liquidez de los apartados mencionados, es decir de la integración vertical entre los agentes del mercado y el tamaño de mercado, y esto es el número de participantes y posiciones que traen consigo en el mercado.

Respecto a ello, se vislumbra otra de las características, o más bien vertientes, alrededor y esto es la interconexión regional o con otros mercados de energía; en el análisis de liquidez, la idea de una interconexión regional no es fortuita, esta idea replicada alrededor del mundo responde a la necesidad de ampliar el tamaño del mercado, aumentando la totalidad de participantes físicos en el mercado por medio de la expansión y alcance geográfico, de manera tal que se genere mayor competencia y con ello eficiencia en la prestación del servicio, todo ello pese a los desafíos que plantean en términos de la operación física.

Sin embargo, como en varios análisis al respecto ya mencionados, es importante indicar que la sola interconexión no hace de esta una condición suficiente para el aumento de la liquidez. En gran medida este hecho posibilita y genera un entorno en el cual esta pueda desenvolverse, pero ello dependerá de la capacidad de respuesta de los agentes propios del mercado, o domésticos, y de los incentivos y condiciones para los intercambios o transacciones por fuera de las fronteras física del mercado. (Frestad, 2012)

6.1.4 Arreglos Comerciales

Los arreglos comerciales por su parte también han sido atribuidos como determinantes en el bloqueo de los esquemas de liquidez de mercado, tanto en términos del funcionamiento de los mercados a plazos y de futuros, como los mercados OTC, y sumado con el diseño de los esquemas de mercado de balance o de tiempo real.

Dentro de los argumentos que direccionan el hecho de que los arreglos comerciales afectan

la liquidez en el mercado de energía se encuentra el que dichos acuerdos se presentan como una barrera a la entrada y al mantenimiento de las operaciones de mercado, esencialmente dado que por la misma falta de participantes que permiten que habitualmente los spread o diferenciales entre la oferta y la demanda suelen tener un amplio margen, llevando a que los cambios de posición no se permitan y ocasionando así a que cada vez sean menos los participantes dispuestos a participar de estos esquemas de mercado.

Principalmente aquellos agentes más pequeños y con menor capacidad de respuesta a precios de desequilibrio y lo cual ocasiona de manera colateral que, ante los bajos mecanismos de ajuste, los agentes prefieren mantener un perfil de cobertura buscando autoabastecimiento, normalmente en agentes que presentan algún tipo de integración o situación de control.

Dentro de los arreglos comerciales que habitualmente resultan como limitantes a todo el tema de liquidez, también se consideran los siguientes aspectos: en primer lugar, la falta de productos, dígame contratos o derivados financieros, acordes a las necesidades de oferta y demanda de energía, y entendida esta falta de productos en términos de su forma, duración y granularidad; la falta de profundidad en el mercado, la que habitualmente no solo no permite que se generen las transacciones del mismo, sino que además contribuye a ahondar a futuro los problemas de liquidez, dada la imposibilidad en la gestión del riesgo y el correcto respaldo a las obligaciones adquiridas.

En segundo lugar, la ausencia de precios de referencia también contribuye de manera directa en el desarrollo del mercado. El desarrollo de precios de referencia, por un lado, permite que se construya confianza en los mecanismos de asignación de cantidades y por otro lado permite que se tomen decisiones sobre la misma base de conocimiento entre las partes, lo que asegura también asignaciones justas, competitivas y eficientes.

Es importante notar acá que, los precios de referencia son una condición estricta para el desarrollo de productos colaterales como lo son las operaciones OTC y el desarrollo de futuros u opciones de energía o en general el desarrollo de mercados de valores o plataformas Exchange, así mismo la posibilidad de asignar precios y costos a los diferentes productos que son intercambiados permiten que se genere complementariedad entre ellos, generando mayores inyecciones de liquidez.

Si se hace un análisis de detalle, se puede decir que los precios de referencia pueden ser considerados como un síntoma o característica de una necesidad aun mayor que afecta el desarrollo de la liquidez, esto es la transparencia en la información relevante del mercado.

En la medida en que los agentes tienen lineamientos o índices claros para la toma de decisiones, como lo son por ejemplo los precios de referencia, y dichos índices son de acceso público o todos los participantes del mercado tienen la misma información respecto de los fundamentales en la formación de precios de los diferentes subyacentes del mercado, se genera confianza entre las partes y por tanto la disposición a transar en el mismo.

En este sentido el llamado a construir sobre la base de liquidez del mercado es a la definición de procesos de formación de precios precisos, publicación de información periódica, de todas los componentes que intervienen en la formación de precios y en general de la valoración de la prestación del servicio de energía eléctrica.

6.1.5 Volatilidad

De otro lado, y en torno a los precios de referencia, también podría indicarse que la volatilidad de los precios podría indicar un bajo nivel de liquidez, toda vez que el riesgo asociado o la incertidumbre de los movimientos del mercado reducen la posibilidad de que se adhieran agentes y productos.

Se hace necesario indicar que la volatilidad por sí sola no conlleva a que en un mercado se produzcan bajos niveles de liquidez, realmente es la falta de información ante escenarios de volatilidad en los precios lo que no permite que se reconfiguren las posiciones, se tomen decisiones acertadas para el reequilibrio de los mercados y por tanto se evite una situación de desequilibrio, con pérdidas insostenibles.

En los mercados de energía eléctrica la volatilidad suele ser un tema sensible y objeto de estudio, dado que suele ser muy alta, algunas de las causas para ello son el necesario balance en tiempo real entre la oferta y la demanda, el difícil almacenamiento, la inelasticidad de la demanda y las limitaciones en la transmisión y la distribución.

6.1.6 Financiación, Crédito y Garantías

Pasando a otro plano, también se ha indicado como la iliquidez de financiación al interior de las compañías es uno de los hechos que de manera colateral afecta la liquidez de los mercados de energía. Básicamente, las condiciones de acceso a crédito generan una sinergia que puede beneficiar o afectar las dinámicas de los mercados, toda vez que las compañías del sector y los proveedores de estas encuentran con mayor dificultad captación de recursos del sistema financiero que permitan respaldar sus obligaciones y por ende mantener las operaciones, habitualmente las compañías más pequeñas son quienes tienen

una mayor afectación, esto dado que no se tiene el capital suficiente de respaldo.

El análisis realizado en el párrafo anterior se encuentra estrechamente ligado al monto de garantías o márgenes requeridos, con los mismos efectos adversos sobre la liquidez del mercado. Las garantías financieras o márgenes habitualmente se encuentran como mecanismo que permite garantizar las operaciones y obligaciones desde un plano financiero, para mitigar o gestionar el riesgo de contraparte.

El monto de garantías habitualmente es requerido bien sea directamente entre las partes, cuando las transacciones son realizadas en mercados OTC, o a través del administrador del mercado, cuando las transacciones son realizadas en los mercados spot, de balance o tiempo real. Sin embargo, y en general, los márgenes o garantías requeridas trazan una línea importante en lo que respecta a las barreras de entrada a algunos agentes o participantes, que por sus condiciones de operación no le es posible mantener dichos requisitos, y por ende no les es posible la participan en los mercados de energía.

Dentro de las medidas encontradas se tiene como principio básico que un aumento en la demanda de los usuarios finales del mercado lleva a que se genere una presión o una necesidad de cobertura por parte de quienes les atienden en la prestación del servicio de energía, bien sea por medio de nuevos contratos bilaterales o mediante el intercambio de instrumentos financieros.

Sin embargo, la demanda de los usuarios finales responde a situaciones estructurales del mercado, motivo por el cual, en general, dicha variable se encuentra por fuera del control de los participantes del mercado, incluido el regulador y los entes de administración de la política pública; así las cosas, existen otras alternativas que producen los mismos efectos deseados del aumento de la demanda de los usuarios finales.

Con un aumento en la demanda, en general se aumenta el número de posiciones tanto de compra como de venta en el mercado Exchange, de modo tal que el aumento de posiciones permita o facilite la realización de operaciones en el mercado, es decir aumente la liquidez en las transacciones.

En este sentido, el aumento de las posiciones en el mercado puede inducirse por medio del manejo de otros aspectos como: el aumento de los participantes en el mercado, la cual es una medida que por sí sola conlleva a que se aumenten el número de posiciones y transacciones, tal como se observa en los ciclos de refuerzo R4 (Posiciones), R3 (Agentes) y R1 (Seguridad en cierre de posición), de esta manera es necesario conocer en qué condiciones es posible el aumento del número de participantes en el mercado.

Del análisis sistémico se pueden encontrar efectos de retroalimentación entre la liquidez y el número de participantes, tal se observa en la Figura 4; la liquidez, entendida como la disposición o habilidad para realizar operaciones en el mercado, atrae un número mayor de agentes o participantes, quienes a su vez aumentan las posiciones y se llevan a un nuevo estado de liquidez superior a la liquidez inicial, esto se observa en el ciclo de refuerzo R4 denominado Ciclo de las Posiciones.

Sin embargo, la dificultad se presenta cuando se empieza desde un estado de baja liquidez, ya que los efectos positivos mencionados también operan en el sentido inverso, es decir, en la medida en que se tiene un bajo nivel de liquidez de mercado, también se produce una menor participación de los agentes de mercado, por tanto un menor número de posiciones en corto y en largo, y en consecuencia un estado de liquidez de mercado inferior al nivel inicial encontrado, lo cual puede observarse igualmente en el ciclo R4.

Con lo anterior, se entiende que la relación entre liquidez y número de agentes participantes en el mercado tiende a reforzarse y, por tanto, si se realiza un análisis aislado de estas dos variables, el estado inicial de ambas es crucial para un desarrollo en aumento o declive del mercado, generando una condición natural de aumento o declive de este.

Una relación similar a la que hay entre la liquidez y el número de agentes en el mercado, es posible hallarla con el número de productos (entiéndase tipos de contratos) definidos en el mercado Exchange en cuestión, considerando que a medida que se tiene un mayor número de agentes participantes, dichos agentes, acordes a sus perfiles de riesgo y sus necesidades de mercado, podrán definir o requerir el desarrollo de un mayor número de productos, los cuales en principio aumentarían el número de posiciones (en corto y en largo) distribuidas en cada uno de los productos y por tanto aumentaría de liquidez en el mercado de derivados, este es el ciclo de refuerzo R7 del diagrama, llamado Ciclo de Refuerzo de Cobertura, el cual tiene los mismos efectos de aumento o declive mencionados en el párrafo anterior con el ciclo R4.

Es de anotar que por la proliferación de productos del mercado exchange también se pueden generar efectos negativos sobre la liquidez de este, dado que en la medida en que se tenga un mayor número de productos cada uno de ellos tendrá una menor demanda o lo que es lo mismo una menor liquidez por producto o tipo de contrato celebrado. Este efecto de caída en la liquidez ante un aumento del número de productos fue denominado en el diagrama como ciclo B1, Saturación de Productos.

Con los elementos expuestos hasta el momento, se tienen entonces dos hechos importantes en el manejo de la liquidez del mercado, el primero de ellos corresponde con lo que pudiera asimilarse a una trampa de liquidez, no por el nivel de las tasas de interés como suele describirse en la teoría macroeconómica sino a raíz del bajo número de participantes en el mercado el cual no posibilita que se desarrolle un mayor número de posiciones que a su vez atraigan mayores participantes, y por ende mayores cierres en los negocios o en las transacciones del mercado Exchange de Derivex.

En segundo lugar, se tiene el hecho de que a medida que el número de agentes aumenta, estos pueden presionar el desarrollo de un número más elevado de productos financieros, acorde a sus requerimientos y necesidades, lo cual en el mediano y largo plazo induce a un aumento en la liquidez a través del aumento de posiciones en corto y en largo en el mercado.

Sin embargo, respecto a este segundo hecho también se ha analizado que existe un punto

de equilibrio o saturación del número de productos transados en las diferentes plataformas de valores, punto que se requiere conocer de manera puntual en los mercados de energía Exchange, de manera que los administradores de dichos mercados ofrezcan nuevos productos sin llegar a perjudicar la liquidez del mercado.

De acuerdo con lo anterior se tiene entonces que, aparte de incrementar el número de participantes en el mercado, uno de los retos importantes por evaluar y analizar en cabeza de Derivex es determinar cuál el número adecuado de productos o contratos que podrían ser demandados por parte de los agentes que participan en el mercado. Esto dado que a la fecha Derivex solo ofrece dos tipos de contratos de Futuros de energía, y teniendo en cuenta que la proliferación de productos puede generar efectos adversos sobre la liquidez del mercado.

Adicionalmente, los recursos de los agentes en el mercado están siendo disputados entre el mercado OTC y el mercado Exchange, para ilustrar lo anterior se tiene el ciclo de balance B2 denominado ciclo de Competencia OTC. En este sentido, dado que los mercados OTC y Exchange se encuentran en un trade off de los recursos destinados por parte de los participantes del mercado, y ante la falta de participación de otros tipos de agentes en el mercado de derivados, tales como agentes financieros, ajenos a la oferta y demanda física de energía en el país, se requiere un acople entre el mercado exchange y el OTC en las condiciones de cobertura, granularidad y vencimiento de los contratos. Así mismo, se necesita una armonización entre los costos de las garantías de ambos mercados, ver ciclo de refuerzo R2 de Garantías.

Complementario a la disputa de recursos entre los mercados OTC y Exchange, es importante mencionar como de la revisión realizada se encontró que los precios de referencia derivados del aumento en los subyacentes del mercado o del desarrollo de una estructura de mercados completos contribuyen de manera directa a la creación de nuevos productos en el mercado y por tanto genera nuevas oportunidades de cobertura, arbitraje y especulación, potenciando así el ciclo de refuerzo R7 de cobertura).

Se espera que en el mediano plazo se desarrolle una estructura de mercado regulatoria que incluya la consolidación de subyacentes a partir de dicha estructura, tal como lo han propuesto (Castro & Pérez, 2019) con el desarrollo de un despacho vinculante y un mercado intradiario para Colombia en el cual se permita realizar negociación en bloques horarios. En este sentido el regulador viene analizando el despliegue de la modernización del MEM, en el que se incluyen entre otros la redefinición de los servicios complementarios, la participación de la demanda, el mercado de corto plazo, los despachos vinculantes y los

En relación con los análisis de las transacciones del mercado de derivados desarrolladas en el numeral 6.2.1, las transacciones llevadas a cabo por parte de los agentes del mercado eléctrico a partir de contratos bilaterales de largo plazo se realiza sobre el entendimiento de que dichos contratos son pactados de manera libre entre los comercializadores y generadores del MEM, de manera no estandarizada, y de acuerdo con las reglas establecidas en la Resolución CREG 024 de 1995 (CREG, 1995), en donde no existe un mercado de ajuste o un mercado secundario de intercambios, y por tanto tienen bajos niveles de liquidez.

De lo anterior, se busca entender qué tipo de medidas pueden llevar a que las dinámicas del sistema de contratación mencionado lleven a los participantes o agentes a tomar decisiones que permitan en el mediano plazo la generación de un mayor número de transacciones y así producir mayor liquidez.

Ya se ha mencionado que el aumento de la demanda de los usuarios finales por si sola lleva a que se genere una mayor demanda en la utilización de mecanismos de mercado que permitan realizar cubrimiento de precio, garantizando una suavización en los ingresos o egresos. Así, la cobertura de precio, mediante el mecanismo de contratación bilateral puede tener efectos deseables en términos de liquidez de estas transacciones con el aumento dado en la demanda de los usuarios finales.

Sin embargo, tal como se mencionó también con anterioridad, la demanda del mercado corresponde a situaciones estructurales, motivo por el cual, en general, dicha variable es una variable exógena, por fuera del control de los participantes del mercado.

Sobre la base de lo anterior, el aumento de la liquidez en el mercado OTC, tal como se mencionó para el mercado Exchange, es posible alcanzarlo a través del aumento en las posiciones u ofertas de compra y venta, las cuales lleven, de igual manera, a facilitar los intercambios sin ocasionar cambios importantes en el precio de las transacciones llevadas a cabo, tal como lo establece la definición de la liquidez de un mercado.

Así mismo, el aumento de las posiciones es un resultado mismo del aumento del número de agentes participantes, esto también a raíz de los diferentes perfiles de riesgo y necesidades de cada participante, los cuales llevan a que estos demanden u oferten una canasta de productos cada vez más amplia, como se observa en el ciclo R4 de Cobertura.

Así como en el caso del análisis de liquidez del mercado Exchange, en el mercado OTC

también se produce una realimentación positiva entre el número de participantes en el mercado y la liquidez del mercado, véase el ciclo R1 de Transacciones. Con esto, un aumento en los participantes del mercado lleva a un aumento de la liquidez y viceversa, por tanto es importante producir ese impulso inicial en el sistema.

Un hecho importante para el mercado OTC, en el cual los productos por su definición misma no son estandarizados, es que a través de la regulación y operación del sistema es posible generar incentivos o condiciones que conlleven a un aumento del número de participantes, y por tanto a un aumento en las ofertas y productos comprados y vendidos a través de la negociación bilateral.

En la revisión de información de mercados desarrollados, se evidenció que algunos de ellos presentan condiciones que se presentan como limitantes al crecimiento de la liquidez del mercado, tales como la integración vertical en la prestación del servicio de energía eléctrica. En la medida de que haya integración vertical los agentes no tienen la necesidad de participar de un mercado abierto, y a su vez limitan la participación de nuevos agentes externos en la medida que disminuyen las ofertas, número de contrapartes y posibilidades de cerrar un negocio.

Por tanto, se requiere mantener medidas que propendan por la separación de los diferentes negocios en el MEM, incrementando una sana competencia, limitando el poder de mercado e incentivando la contratación bilateral, esto puede ilustrarse en el ciclo de refuerzo R5 denominado de Poder.

Otra alternativa es la centralización de la administración o casación de productos OTC con características semi-estandarizadas, tal como se viene realizando en Colombia con los procesos de subastas de energías de fuentes renovables no convencionales.

Con respecto a esto último, es importante mencionar que bajo cualquier circunstancia de mercado un aumento en los costos de transacción lleva a que se ocasione una incorrecta asignación de mercado, y se afecte el nivel de liquidez, de esta manera, al igual que el mercado Exchange, un elevado costo en las transacciones del mercado OTC lleva a que se generen menores incentivos en la participación de las transacciones de dicho mercado.

La integración vertical en un mercado, si bien aparece como un hecho en el cual se ponen limitantes o barreras al aumento de liquidez, también puede equilibrarse a partir de otros hechos o disposiciones regulatorias o de mercado, que de alguna manera mitigan los efectos indeseados mencionados anteriormente. Por ejemplo, la publicación de información

asociada a las ofertas de compra y venta puede llevar a un mayor número de agentes a participar en las mismas.

De otro lado, también se ha encontrado que es posible aumentar la liquidez por medio de la interconexión con otros mercados extranjeros, lo cual posibilita un mayor número de transacciones, ampliando las fronteras físicas en la prestación del servicio y por tanto atrayendo nuevos agentes al mercado.

Con base en los análisis realizados en los numerales 6.2.1 y 6.2.2 para los mercados Exchange y OTC respectivamente, para el aumento de la liquidez se propone en el mercado Exchange el aumento en el número agentes, el aumento del número de productos derivados financieros de energía (entre ellos productos acordes a la granularidad y vencimiento de los contratos OTC), armonización en los costos de las garantías, el desarrollo de mercados completos (y con el precios de referencia de negociación) y despachos vinculantes; mientras que para el mercado OTC se propone limitar la integración vertical, el desarrollo de subastas de productos semi-estandarizados con mayor facilidad de intercambio y con menores costos de transacción, la divulgación de información de mercado y la eliminación de asimetrías de información entre las partes e interconexión regional con otros mercados.

7. Conclusiones y trabajos futuros

7.1 Conclusiones generales

La liquidez de acuerdo con la investigación desarrollada es la capacidad de comprar o vender distintas medidas de un activo sin que se tengan cambios significativos en los precios, es una característica que es deseable en los mercados en la medida que permite la toma de decisiones que conlleven a resultados eficientes por parte de sus participantes.

Así mismo, dado que la liquidez es un constructo multidimensional que no es directamente observable, puede indicarse entonces que el estudio de esta exige la definición de las dimensiones relevantes para su evaluación, lo cual depende de quién la analice.

De manera particular en los mercados de energía eléctrica se ha estudiado la liquidez a partir de algunos aspectos fundamentales. En primer lugar, bajo una perspectiva de financiación, en la cual el foco de análisis es la estimación de los flujos de efectivo requeridos por los participantes del mercado en el ejercicio de sus actividades, y por medio de las cuales es posible entender los incentivos que estos poseen en la toma de decisiones y sus transacciones. En segundo lugar, bajo una perspectiva de mercado, la cual fue la que se consideró para el desarrollo de este Trabajo Final, en esta el foco o la dimensión de análisis está asociado con la demanda de usuarios finales, los volúmenes de transacciones, la velocidad de las negociaciones y los costos asociados a dichas negociaciones.

Así, se han desarrollado algunos índices o indicadores importantes que permiten hallar los niveles de liquidez en los mercados de energía, al tiempo que estos posibilitan el desglose de aspectos necesarios para su correcto desarrollo o impulso. Los principales indicadores hallados incluyen el valor total de las transacciones, la tasa de abandono, los diferenciales en los precios de oferta y demanda, el interés abierto, el número de productos y participantes en el mercado, y el impacto en los precios sobre las transacciones del mercado.

Se encontró que entre las principales limitantes al desarrollo de la liquidez de los mercados

de energía están: la integración vertical, el tamaño del mercado, las barreras a la entrada de nuevos participantes, los arreglos comerciales complejos, la falta de productos acordes con los requerimientos comerciales, el bajo número de subyacentes en los mercados, la ausencia de transparencia en la información de las transacciones y la falta de financiación y acceso al crédito.

Para el caso colombiano se encontró que en los últimos años el Mercado Eléctrico Mayorista se ha venido transformando con el avance de algunos aspectos de mercado que posibilitan una mejor liquidez. Algunos de los elementos encontrados que juegan a favor del aumento de la liquidez son: el aumento en el número de participantes registrados en el mercado, la incorporación de nuevos proyectos de generación en la matriz energética del país, la celebración de contratos semi-estandarizados de muy largo plazo, la limitación regulatoria en términos de auto-contratación para los agentes del mercado que presentan integración vertical, los avances en la contratación pública centralizada por medio de convocatorias y el manejo abierto de información en los pliegos requeridos para dicha contratación.

Paralelamente también se han encontrado iniciativas importantes que de acuerdo con la realidad actual del sector se espera realimenten de manera positiva la liquidez del mercado, puntualmente la posibilidad del traslado de los costos asociados con la cobertura de productos de derivados financieros de energía a las tarifas de usuarios regulados, el despliegue de infraestructura de medición avanzada y los mecanismos de subastas para la incorporación de proyectos de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable -FN CER.

De este modo, algunos aspectos propuestos que pueden conllevar al desarrollo y alcance de unos mayores niveles de liquidez en el MEM, y de manera puntual para el mercado Exchange, son: la participación de agentes financieros independientes de los agentes comercializadores y generadores, el aumento de derivados financieros, el desarrollo o acople de derivados de energía de acuerdo con la granularidad y vencimiento de los contratos bilaterales, el desglose correcto de los costos e ingresos de los derivados, el impulso por la incorporación de mercados completos que permitan el aumento de subyacentes en el mercado y precios de referencia, el desarrollo de despachos vinculantes y precios nodales, y el amplio conocimiento e ilustración de los derivados en las transacciones de energía.

Así mismo, para el mercado OTC algunos aspectos adicionales propuestos con el mismo fin incluyen mantener las medidas para separar los agentes integrados, continuar con el desarrollo de subastas las cuales incluyan el desarrollo de productos semi-estandarizados, con mayor facilidad de intercambio y con menores costos de transacción, la divulgación de

información de mercado y la eliminación de asimetrías de información entre las partes, la interconexión regional con otros mercados y el impulso a las transacciones de libre mercado.

7.2 Conclusiones asociadas con el logro de los objetivos definidos

7.2.1 Objetivo específico 1

“Caracterizar los mecanismos y variables que explican la liquidez en diferentes mercados eléctricos.”

En el capítulo 3, y el capítulo 5, numeral 5.1, se puede evidenciar el desarrollo de este objetivo, donde se muestra a partir de la revisión de literatura cuales son las principales variables utilizadas en los mercados de energía seleccionados con respecto al concepto de liquidez, dentro de las cuales se encuentran el volumen de transacciones, el diferencial de precios de oferta y demanda, el interés abierto, el impacto en los precios, la volatilidad en las transacciones y en los precios, entre otros.

7.2.2 Objetivo específico 2

“Identificar las variables que permitan cuantificar la liquidez del Mercado de Energía Mayorista de Colombia”

En el capítulo 5, numeral 5.3, se puede evidenciar el desarrollo de este objetivo específico, donde se muestra a partir de la coyuntura del sector eléctrico del país cuáles pueden ser las variables que permiten cuantificar la liquidez del MEM en Colombia, dentro ellas se encuentran el bid ask spread, el churn rate (tasa de abandono) o el volumen negociado.

7.2.3 Objetivo específico 3

“Identificar barreras al aumento de la liquidez del Mercado de Energía Mayorista – MEM- en Colombia“

En el capítulo 6, numeral 6.1, se identificaron diferentes barreras que contribuyen de manera negativa en el aumento de la Liquidez en los mercados de energía, incluido el Mercado de Energía Mayorista en Colombia, como lo son la integración vertical, el tamaño de mercado, complejos arreglos comerciales, la volatilidad y el acceso a

financiación y crédito.

7.2.4 Objetivo general

“Proponer alternativas para el aumento de la liquidez del Mercado de Energía Mayorista – MEM- en Colombia”

En el capítulo 6 numeral 6.2 se evidencia el planteamiento desarrollado a partir de diagramas de casualidad donde se desarrollan las ideas que dan cumplimiento al objetivo general de este trabajo, entre las alternativas propuestas para el aumento de la liquidez en el MEM se encuentran: el aumento de los productos derivados, el desarrollo de mercados completos y precios de referencia, la eliminación de las asimetrías de información, entre otras.

7.3 Trabajos futuros

- Proyectar a partir de datos observados la liquidez producto de la llegada de nuevos agentes de mercado.
- Evaluar variables definidas como proxys de liquidez en torno a las dinámicas de mercado mencionadas en el numeral 5.9 de este documento.
- La construcción de algunos indicadores de liquidez referenciados en los mercados internacionales a partir de los datos del MEM.
- Determinar el número óptimo de productos de derivados de energía que no lleve a una saturación en el mercado.
- Construir un modelo de simulación que permita evaluar las políticas de aumento de la liquidez en el MEM.
- Profundizar en los análisis de liquidez en Colombia discretizando por diferentes tipos de contratos, duración y tipo de agentes en el mercado.
- Evaluar el impacto de las condiciones climáticas en la liquidez de los contratos de energía en Colombia.
- Construcción de variables de cuantificación de liquidez en Colombia, basadas en la revisión de casos.
- Plantear opciones de calculo de liquidez para el mercado OTC.

Referencias

- Ali, A. (2021). Liquidity variations and variability cohesiveness with revenue and profitability: A case of Saudi energy sector companies . *Accounting* 7, 763-770.
- Andrade Pinelo, A. M. (2021). Interprete los ratios de liquidez. *Contadores Y Empresas*, D1-D3.
- Angarita, K., Pantoja, J., & Trespalacios, A. (2017). 2017. *Ecos de Economía*, 67-105.
- Arias, L. C. (2017). Legal Overview of the Colombian Derivatives Market. *SSRN Electronic Journal*.
- Banco de la Republica - BR. (08 de 02 de 2020). BR. Obtenido de BR:
<https://www.banrep.gov.co/es/glosario/liquidez>
- Caicedo, J. (2019). *Análisis de la liquidez en el mercado de bonos corporativos en Colombia* . Medellín: UNAL .
- Cardozo, P., Parra, J., Huertas, C., & Patiño, L. (2011). Mercado Interbancario Colombiano y Manejo de Liquidez del Banco de la República. *Borradores de Economía #673*, 1-28.
- Castro, A., & Pérez, D. (2019). *Diseño de un Despacho Vinculante y un Mercado Intradiario en Colombia*. Foz do Iguacu, Brasil: CIGRE.
- Circular Externa 004 . (2008). *Circular Externa 004 de 2008*. Bogotá: Superintendencia de la Economía Solidaria.
- CREG. (13 de 07 de 1995). *Resolución CREG*. Obtenido de Resolución CREG:
<http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/e866f2ef5b7823380525785a007a611d?OpenDocument>
- CREG. (20 de 07 de 1995). *Resolución CREG*. Obtenido de Resolución CREG:
https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0024_1995.htm
- CREG. (04 de 10 de 2019). *Resolución CREG*. Obtenido de Resolución CREG:
https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0130_2019.htm
- CREG. (07 de 04 de 2021). *Resolución CREG*. Obtenido de Resolución CREG:
<http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/c7a0ded8933bf0f4052586b0005a211f?OpenDocument>
- Derivex. (10 de 09 de 2020). *Derivex*. Obtenido de Quienes Somos:
<https://www.derivex.com.co/categoria/1-conoce-derivex>
- Derivex. (10 de 09 de 2020). *Derivex*. Obtenido de Productos y Servicios:
<https://www.derivex.com.co/categoria/3-productos-y-servicios>

- DNP. (2016). *Propuestas de modificación sobre el funcionamiento del mercado de energía mayorista colombiano conclusiones*. Bogotá: DNP.
- Duque, I., & Puyo, D. (2021). *Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia*. Bogotá: BID.
- Energía Estratégica. (23 de 06 de 2021). *Energía Estratégica*. Obtenido de Energía Estratégica: <https://www.energiaestrategica.com/se-conoce-el-precio-acordado-en-la-tercera-subasta-de-derivex-para-2023-que-guia-el-mercado-entre-privados/>
- Frei, F., Loder, A., & Bening, C. (2018). Liquidity in green power markets – An international review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 93, 674–690.
- Freire, L., Neves, A., Tsunehiro, L., Cabral, R., & Souza, Z. (2012). Liquidity in the Brazilian electricity market. *9th Int. Conf. Eur. Energy Mark. EEM*, 12.
- Frestad, D. (2012). Liquidity and dirty hedging in the Nordic electricity market. *Energy Economics* 34, 1341-1355.
- García, D., & D., M. (2013). *Alternativas para incrementar la liquidez del Mercado de Energía Mayorista Colombiano: el caso del Mercado No Regulado*. Medellín: EAFIT.
- Ikeda, S. (2015). Illiquidity in the Japanese Day-Ahead Electricity Market. *National Graduate Institute for Policy Studies*, 1-26.
- (2015). *Informe Especial de Estabilidad Financiera: Riesgo de liquidez*. Bogotá: Banco de la República.
- Keynes, J. (2014). *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*. Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- Ley 964. (2005). *Ley 964 de 2005*. Bogota: Senado de la Republica.
- López, J., & Rubia, A. (2011). Liquidez del mercado a plazo y volatilidad de precios al contado en el mercado de electricidad en España. *Estudios de Economía Aplicada Vol 29-2*, 575-596.
- Lorenc, S., & Kustra, A. (2019). Financial liquidity management in energy sector in Poland. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 214, 012089.
- Ma, X., Sun, D., & Cheung. (2003). Evolution Toward Standardized Market Design. *IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, VOL. 18, NO. 2.*, 460-469.
- Maere d’Aertrycke, G., & Smeers, Y. (2013). Liquidity risks on power exchanges: a generalized Nash equilibrium model. *Math. Program., Ser. B*, 140:381–414.
- Mariño, R., León, C., Cadena, & C. (2020). Las entidades de contrapartida central en la mitigación del riesgo de contraparte y de liquidez: El caso de los derivados cambiarios en Colombia. *Borradores de Economía*, 1-28.
- Ministerio de Minas y Energía. (22 de 10 de 2019). *Día histórico para las energías renovables en Colombia: por primera vez, la energía del sol y del viento llegará, a precios más bajos, a los hogares colombianos*. Obtenido de Ministerio de Minas y Energía: <https://www.minenergia.gov.co/historico-de-noticias?idNoticia=24146550>
- Office of Gas and Electricity Market. (2010). *Liquidity Proposals for the GB wholesale electricity market*. Londres: OFGEM.

- Office of Gas and Electricity Markets. (2009). *Liquidity in the GB wholesale energy markets*. Londres: OFGEM.
- Palacio, G., & Rodríguez, C. (2015). *Diseño de un Fondo de Inversión Colectiva Basado en Derivados Energéticos*. Medellín: EAFIT.
- Ríos, J. L., Rapún, J. L., Relaño, G., & Chiarri, Á. (2010). Mercados De Electricidad En Europa,. *Mercados Eletr. en Eur.*, 97–144.
- Sanchez, X., & Millán, J. (2012). Medición del riesgo de liquidez. Una aplicación en el sector cooperativo . *Entramado Vol 8*, 90-98.
- Senado de la Republica. (2005). Ley 964 de 2005. *Diario Oficial No. 45.963 de 08 de julio de 2005*.
- Sklavos, K., Dam, L., & Scholtens, B. (2013). The liquidity of energy stocks. *Energy Economics* 38, 168-175.
- Standard&Poors. (2009). *Metodología y supuestos para analizar la liquidez de gobiernos locales*. Standard&Poors.
- Stephens, R., & Hanzl, B. (Agosto de 2010). Energy, Liquidity, and Crisis: Lessons from Enron and the Great Recession . *Business Law Today*, págs. 1-3.
- Subasta CLPE N° 046. (2019). *Subasta CLPE N° 046-2019*. Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energetica.
- The Economic Times. (03 de 08 de 2020). *The Economic Times*. Obtenido de Definition of 'Bid-ask Spread': <https://economictimes.indiatimes.com/definition/bid-ask-spread>
- Toro, A. (2020). *Alternativas para Dinamizar el Mercado de Derivados Energéticos en Colombia, desde la Perspectiva de los Agentes Generadores de Energía Eléctrica*. Medellín: UNAL.
- Valentierra, J. (2017). *Análisis de las Implicaciones del Uso de Derivados en el Mercado Electrico Colombiano*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Velasquez, J. D. (2014). Una Guía Corta para Escribir Revisiones Sistemáticas de Literatura . *DYNA Vol. 81 Núm. 187* , 9-10.
- Velásquez, J., Gil, V., & Franco, C. (2015). An Overview of the Colombian Market for Standarized Derivatives of Energy Commodities. *IEEE Latin America Transactions*, 2176-2182.
- WFE. (20 de 10 de 2020). *World Federation of Exchanges*. Obtenido de Statics Portal: <https://statistics.world-exchanges.org/>
- XM. (2021). *Informe Precios y Transacciones Julio 2021*. Medellín: XM.
- XM. (22 de 01 de 2021). *Mecanismos generales para la realización de convocatorias públicas del mercado regulado en el SICEP*. Obtenido de Mecanismos generales para la realización de convocatorias públicas del mercado regulado en el SICEP: https://www.xm.com.co/Formato%20Registro%20Agentes/Mecanismos_Realizacion_Convocatorias_SICEP.pdf
- XM. (2021). *Reporte Integral de Sostenibilidad, Operación y Mercado 2020*. Medellín: XM.
- Zimon, G. (2020). Financial Liquidity Management Strategies in Polish Energy Companies. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 365-368.