

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Análisis del sector petrolero ecuatoriano durante la pandemia COVID-19 y su
incidencia en la balanza comercial petrolera

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Petróleo

Presentado por:

Apolinario Rodríguez Mildred Angélica

Manzo Robles Byron Spencer

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año 2020

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedicamos en primer lugar a Dios, por habernos llevado hasta este punto en nuestras vidas donde finalmente alcanzamos la primera de muchas metas profesionales futuras. En segundo a nuestros padres, quienes en su infinita paciencia y sabiduría nos han sabido guiar y apoyar para que llevemos a buen término este proyecto. Finalmente agradecemos a nuestros maestros por sus enseñanzas y habernos conducidos hasta esta línea final de meta.

Mildred Angélica Apolinario Rodríguez
Byron Spencer Manzo Robles

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestros profesores, investigadores personales administrativo de la ESPOL que durante nuestro tiempo transcurrido en la Universidad nos brindaron su apoyo. Además, agradecemos a los participantes de la encuestas realizada, así como el personal de investigación de ESPOL y de BCE, quienes nos proporcionaron la información requerida para la comprensión del estudio y realización de este proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Apolinario Rodríguez Mildred Angélica y Manzo Robles Byron Spencer y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Apolinario Rodríguez Mildred Angelica



Manzo Robles Byron Spencer

EVALUADORES

.....
Fernando Sagnay Sares

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Jorge Lliguizaca Dávila

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El presente trabajo consiste en un análisis técnico-económico del sector petrolero ecuatoriano durante el primer semestre del 2020 como consecuencia de la pandemia del COVID-19, para ello se realiza un estudio de los contratos de concesión de campos petroleros bajo la modalidad de prestación de servicios y de participación a empresas privadas y un análisis de los indicadores macroeconómicos más relevantes para el sector. Para el análisis de contratos de concesión se realizó una comparación de regalías bajo ambas modalidades, para el análisis cualitativo se confrontaron las variables macroeconómicas mediante encuestas hechas a expertos del sector por medio del análisis prospectivo y finalmente por medio de las series de tiempo se evaluaron los escenarios de las variables macroeconómicas en los casos de no ocurrencia del COVID-19 y la ruptura de los oleoductos por medio del programa MiniTab.

Los resultados muestran que durante el primer semestre del 2020 bajo la modalidad de contrato de Participación el estado habría ganado un promedio mensual de \$4.194.131,25 más que lo que generó bajo el modelo de contrato de Prestación de Servicios. El método prospectivo arrojó un resultado parcializado de la ocurrencia en las variables hacia extremos positivos y negativos y de las series de tiempo se obtuvo que el Ecuador dejó de percibir alrededor de 1304.09 millones de dólares para el primer semestre del año 2020 y debido a la ruptura del SOTE el estado dejó de producir 8.067 MMbbl de derivados y 18.82 MMbbl de crudo.

Palabras Clave: COVID-19, Balanza comercial, Winters-Holt (ARIMA), Contratos de prestación de servicios, Contratos de participación.

ABSTRACT

This work consists of a technical-economic analysis of the Ecuadorian Oil sector during the first semester of 2020 as a consequence of the COVID-19 pandemic, for which a study of the concession contracts of oil fields is carried out under the modality of provision of services and production sharing to private companies and an analysis of the most relevant macroeconomic indicators for the sector. For the analysis of concession contracts, a royalty comparison was made under both modalities, for the qualitative analysis the macroeconomic variables were compared through surveys made to experts in the sector through prospective analysis and finally through the time series, and the scenarios of the macroeconomic variables in the cases of non-occurrence of COVID-19 and the rupture of the oil pipelines were analyzed through the MiniTab program.

The results show that during the first semester of 2020 under the Participation contract, the state would have earned a monthly average of \$ 4,194,131.25 more than what it generated under the Service Provision contract model. The prospective method yielded a partial result of the occurrence in the variables towards positive and negative extremes and from the time series it was obtained that Ecuador stopped receiving around 1304.09 million dollars for the first semester of 2020 and due to the rupture from SOTE, the state stopped producing 8,067 MMbbl of derivatives and 18.82 MMbbl of crude.

Key Words: COVID-19, Balance of Trade, Winters-Holt (ARIMA), Provision of Services Contracts, Production Sharing Contracts.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE GRÁFICAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO 1	11
1.....	Introducción 11
1.1. Descripción del problema	11
1.2. Justificación del problema.....	15
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. Objetivo General	16
1.3.2. Objetivos Específicos	16
1.4. Marco teórico	17
1.4.1. Volatilidad del precio del petróleo.....	17
1.4.2. Contratos de Explotación de Petróleo.....	18
1.4.3. Métodos de contratación petrolera en el Ecuador	19
1.4.4. Métodos de venta de petróleo	23
1.4.5. Cuenta Corriente	24
1.4.6. Análisis prospectivos.....	25

1.4.7.	Modelos de Serie de tiempo.....	28
CAPÍTULO 2.....		31
2.....	Metodología	31
2.1.	Análisis de los contratos de concesión de campos petroleros.....	31
2.2.	Análisis de series de tiempo	35
2.2.1.	MiniTab-19	37
2.3.	Análisis cualitativo de escenarios	37
2.3.1.	Recolección de datos	38
2.3.2.	Perfil de los encuestados	40
2.3.3.	SMIC-PROB-EXPERT	41
CAPÍTULO 3.....		44
3.Análisis	y	Resultados
.....		44
3.1.	Análisis del efecto de los contratos de concesión de campos	44
3.1.1.	Análisis del efecto de los contratos de Prestación de Servicios durante el período 2018 – 2020.....	44
3.1.2.	Análisis del efecto de los contratos de Participación durante el período 2018 - 2020	46
3.1.3.	Comparación entre ambas modalidades de contrato.....	48
	Discusión:.....	49
3.1.4.	Limitaciones del método.....	50
3.2.	Análisis Económico de Indicadores Macroeconómicos	50
3.2.1.	Balanza Comercial	50
3.2.2.	Producción de Crudo.....	51
3.2.3.	Transporte Mensual de Crudo.....	52
3.2.4.	Precio del Crudo.....	53

3.2.5.	Producción e Importación de Derivados.....	54
3.2.6.	Variación Trimestral del VAB del sector Petrolero y PIB	55
3.3.	Análisis cualitativo de las variables.....	57
3.3.1.	Limitaciones del método.....	57
3.4.	Probabilidad de escenarios esperados	58
3.4.1.	Limitaciones del programa	62
3.5.	Análisis cuantitativo del sector en la pandemia	62
3.5.1.	Balanza comercial (BC).....	63
3.5.2.	Balanza de producción de crudo	67
3.5.3.	Balanza de producción de derivados (DVR)	70
3.5.4.	Análisis cuantitativo de la incidencia del COVID 19 sin paralización de oleoductos	73
3.5.4.1.	<i>Limitaciones del método</i>	74
CAPITULO 4	.....	76
4.Conclusiones	y	recomendaciones
.....
Conclusiones	.....	76
Recomendaciones	.....	77
BIBLIOGRAFÍA	.....	79
ANEXOS	.....	86

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
BCE	Banco Central del Ecuador
ARCH	Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero
SOTE	Sistema de Oleoductos Transecuatoriano
OCP	Oleoducto de Crudos Pesados
HWL	High Water Level
LWL	Low Water Level
CIS	Inspección pasó a paso, medición de potenciales de encendido
OPEP	Organización de países exportadores de petróleo
OMS	Organización mundial de la salud
MPY	Milésimas de pulgadas por año
FMI	Fondo Monetario Internacional
SHE	Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador

SIMBOLOGÍA

Bbl	Barriles
Bpd	Barriles diarios
Mbbl	Miles de barriles
MMbbl	Millones de barriles
Mbpd	Miles de barriles diarios
MMbpd	Millones de barriles diarios
US\$	Dólares americanos
FOB	Free on Board
°API	Grado de medición de la densidad del petróleo según API

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.1.1. Organigrama Institucional de la Contratación petrolera en el Ecuador.	19
Gráfica 1.2. Sistema de jerarquía para el uso de SMIC de manera intuitiva.....	27
Gráfica 2.2.1 Área de trabajo de Minitab 19	35
Gráfica 2.2.2 Lista de opciones de análisis de Series de Tiempo en Minitab 19	37
Gráfica 2.2.3 Área de trabajo de encuestas de Google Form.....	39
Gráfica 2.2.4 Años de experiencia en el sector petrolero de los encuestados.....	41
Gráfica 2.2.5 Área de trabajo en SMIC-PROB-EXPERT	42
<i>Gráfica 2.2.6 Ventana de entrada de datos de expertos.....</i>	<i>42</i>
Gráfica 2.2.7 Ventana de entrada de las n hipótesis.	42
Gráfica 2.2.8 Área de contrastación de las hipótesis por expertos	43
Gráfica 3.3.1 Comportamiento de la Balanza Comercial	51
<i>Gráfica 3.3.2 Comportamiento de la producción de crudo de 2018 a 2020</i>	<i>51</i>
Gráfica 3.3.3 Comportamiento del transporte de crudo por oleoductos de 2018-2020 (BCE)	53
Gráfica 3.3.4 Comparación del precio WTI con el precio de venta de la Cesta Oriente Napo	54
Gráfica 3.3.5 Comparación de la producción interna de derivados vs el volumen de derivados importados.....	55
Gráfica 3.3.6 Comportamiento de las variables que intervienen en la importación de derivados	55
Gráfica 3.3.7 Variación trimestral del valor agregado bruto (VAB) petrolero y no petrolero.....	56
Gráfica 3.3.8 Análisis comparativo de precios desde 2018 a 2020 (BCE).....	56
Gráfica 3.3.9 Porcentaje de participación de encuestados según profesión.....	57
Gráfica 3.3.10 Proximidad de las opiniones de los grupos según las soluciones contrastadas de los escenarios probables.....	59
Gráfica 3.3.11 Histograma de probabilidad de los escenarios.....	60
Gráfica 3.3.12 Histograma de sensibilidad de las influencias del conjunto de expertos.	61

Gráfica 3.3.13 Histograma de sensibilidad de las dependencias por conjunto de expertos.....	62
Gráfica 3.3.14 Comportamiento de la trimestral de la balanza comercial	64
Gráfica 3.3.15 Comportamiento mensualizado de la balanza comercial	65
Gráfica 3.3.16 Comportamiento mensual de la balanza comercial desde 2014 a 2020	66
Gráfica 3.3.17 Comportamiento estimado de la BC.....	67
Gráfica 3.3.18 Comportamiento y tendencia de la BPC REAL	68
Gráfica 3.3.19 Comportamiento del ajuste por el método de Winters para BPC_NORM1	69
Gráfica 3.3.20 Tendencia cuadrática del modelo generado por Winters (BPC_NORM_1_AJUSTADO).....	70
Gráfica 3.3.21 Tendencia cuadrática del modelo real DRV_NORM	71
Gráfica 3.3.22 Modelo simulado de Winters DRV_NORM_1	72
Gráfica 3.3.23 Tendencia cuadrática del modelo generado por Winters DRV_NORM_1_AJUSTADO	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Esquema básico de la Cuenta Corriente.....	25
Tabla 3.1 Análisis de los contratos de Prestación de Servicios. (BCE)	44
Tabla 3.2 Análisis de los beneficios económicos de los contratos de Participación. (BCE)	47
Tabla 3.3 Comparación de beneficios entre los contratos bajo la modalidad de Participación y Prestación de Servicios (BCE).....	48
Tabla 3.4 Probabilidades de realización (SMIC PROEXPERT).....	60
Tabla 3.5 Probabilidades de no realización (SMIC PROEXPERT).....	61
Tabla 3.6 Pronósticos para normalización de datos por método de suavización doble.	66
Tabla 3.7 Corrección de datos de BPC_NORM_1 por método de la media móvil	68
Tabla 3.8 Diferencia de los resultados de los modelos con los datos reales	73
Tabla 3.9 Comparación de los barriles remanentes del escenario real y el escenario ajustado para exportación de BPC	73
Tabla 3.10 Comparación de los barriles remanentes del escenario real y el escenario ajustado para exportación de DVR	74

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El precio del barril ecuatoriano ha sufrido constantes variaciones en los últimos diez años, afectando significativamente al sector hidrocarburífero, esto se debe a que el precio, depende del mercado petrolero internacional. Los escenarios de precios bajos, o altos, no es algo nuevo para las operadoras petroleras a nivel mundial, sean estas privadas o estatales ya que esta situación les demanda un constante desarrollo de tecnologías y procedimientos que les permita seguir produciendo de manera económicamente rentable.

Sin embargo, es la primera vez que se enfrentan a una caída histórica del precio del petróleo del WTI de -37.63 dólares por barril, debido a la baja demanda de crudo y derivados, por un factor poco convencional: la aparición del virus SRAS-CoV-2 causante del síndrome COVID-19 (OMS, 2020) el cual ha puesto en jaque a economías globales y comportamientos de consumo de combustibles, crudo y derivados desde comienzo del año 2020. Empresas operadoras, a nivel internacional y nacional, continuaron sus operaciones con solo el personal esencial, debido a la reducción de oficinas, suspensión de contratos, entre otros. Halliburton y Murphy Oil han recurrido a varias de estas estrategias para paliar la situación económica que afrontan (JPT, 2020) y en algunos casos declararse en bancarrota como fue el caso de la empresa Diamond Offshore. (REUTERS, 2020)

El sector hidrocarburífero del Ecuador, no está exento de los cambios en las economías globales y de las reformas que el sector de hidrocarburos internacional está implementando, tendrá que enfrentar retos con su propio panorama y con la presión de la dependencia del Estado en las regalías que el sector genera. El presente trabajo, analizará el panorama general de la industria hidrocarburífera del Ecuador y las repercusiones del panorama internacional por el COVID-19.

1.1. Descripción del problema

La industria petrolera se ha encontrado en los últimos años en un cambio moderado del giro de su negocio, afrontando desafíos relacionados

con nuevas amenazas que puedan afectar de manera directa o indirecta la demanda de crudo, como es el caso de la pandemia de COVID-19, surgiendo interrogantes para el periodo post pandemia, exigiendo, por parte de los países un análisis técnico, en escala global del mercado del crudo y los posibles escenarios de la tendencia de brotes del virus SRAS-CoV-2.

McKinsey & Company (2020), sostienen que el sector hidrocarburífero dependerá de la demanda de los consumidores, así como la reactivación de los sectores que utilizan los subproductos del crudo, sugiriendo que se dé prioridad a las operaciones que alivianen la presión en la caja de flujo de operaciones, al igual que otras industrias. Así también, la predisposición de realizar una reingeniería en proyectos durante el periodo de la pandemia, tomando en cuenta las posibilidades de mejora en procesos actuales de operación, proyectos operacionales de mayor rentabilidad y menor costos para las empresas productoras y de servicio hidrocarburífero.

En el último trimestre del 2019, varios analistas económicos como Goldman Sachs, estimaban que, en el año 2020, se presentaría una recuperación del precio del barril de petróleo. La baja demanda del petróleo ocasionó una especulación en el crecimiento de la economía global. El anuncio de la OMI de la restructuración de sus reglas, con respecto a la cantidad de sulfuro en los combustibles para buques, limitando el almacenaje previsto de destilados a nivel mundial, generando márgenes más altos para el diésel que pasaría de 14 a 20 dólares, por otro lado, Wall Street en cambio preveía una caída de la demanda del crudo de al menos 1 MBPD. (Layek, 2020)

En el mes de diciembre de 2019, un brote de casos de una neumonía grave se inició en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, en China. El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la ocurrencia de pandemia de COVID-19, exhortando a todos los países a tomar medidas y aunar esfuerzos de control (Díaz-Castrillón & Toro-Montoya, 2020), entre las medidas que tomaron los países fue el confinamiento de su población en sus hogares, para evitar contagios, ocasionando que la población de economías como China, Alemania, Japón, Singapur, Taiwán, Hong Kong, Italia, Francia y España reduzca el consumo de productos derivados del

petróleo en sectores como la transportación comercial aérea y terrestre. Más adelante, los demás países como EE. UU, Brasil, países latinoamericanos y de África tomaron las mismas medidas contrayendo de esta manera las economías, ya que el consumo se limitó a los sectores de la alimentación y farmacéuticos.

Autores como Vigma (2020), director de la empresa de análisis EMEA para recursos naturales, indican que los productores de crudo a nivel mundial enfrentarían desafíos por dos condiciones pares que son: el coronavirus COVID-19 y una marcada competencia en los mercados, produciéndose un desbalance entre la oferta y demanda de crudo. La Agencia de la Administración de información de Energía (EIA) de EE. UU. proyectó un recorte de 80,000 bpd a sus estimaciones iniciales de la demanda del crudo para el 2020, siendo un promedio de la demanda de petróleo a nivel mundial para el 2020 de 102.11 MMbpd, y estimando un crecimiento para el 2021 del 103.49 MMbpd. (Figueroa, 2020)

La emergencia sanitaria por el COVID-19, ha ocasionado la disminución de las demandas de crudo. El confinamiento obligatorio ha restringido viajes, paralizado industrias y una disminución del transporte, originando cambios drásticos en las predicciones. Para el segundo trimestre del año 2020, la EIA estimó que existirá un aumento en el almacenamiento de crudo de 11.5 MMBPD, considerando que la demanda mundial será de 92.6 MMbpd, a esto hay que añadir los recortes que la OPEP implementará para el tercer trimestre del año. En junio, en cambio caerá, en un 24.1 MMbpd y a su vez, los países no miembros de la OPEP como EE. UU., Canadá y Rusia serán los que tengan los mayores declives en producción, debido a los bajos precios del petróleo viéndose obligados a disminuir su producción, así como cumplir con los tratados que poseen con la OPEP. (Balboa, 2020)

Iyer (2020), concuerda de igual manera, que el precio del petróleo se ve afectado por la situación de la demanda, que se ve contraída por las imposiciones de prohibición de viaje, así como las restricciones de movilidad locales en los diferentes países donde el COVID-19 se fue manifestando, además de los colapsos en los pactos del OPEP. Al consultar a cuarentas analistas, estos prevén que el precio no supere los 40 dólares por barril en

WTI, así como que exista una contracción de la demanda global de 0.7 MMbpd a 5.0 MMbpd solo en ese año.

Por su parte, el Banco Mundial proyectó que este año el precio del petróleo no superaría el promedio de 35 dólares el barril, justificándose que en enero del 2020 ya se evidenciaba una caída del precio del petróleo, representado una caída del 9.3 MMbpd adicional a las 100 MMbpd que ya se venían recortando desde 2019, acelerando el eventual desplome del precio del WTI en abril para las ventas futuras de la producción en el mes de mayo, manifestándose una reducción de la demanda, exacerbando a los productores y exportadores. La OPEP y otros productores, redujeron su producción por los niveles de incertidumbre del comportamiento de la demanda, llegando a ser una prioridad, mantener y sostener los precios, para evitar el colapso de los tratados de la OPEP y otros pactos de productos básicos. (Banco Mundial, 2020)

A medida que el cierre de países se va dando, se hace más evidente una desaceleración de las economías, otros analistas del mercado energético como Erlingsen & Karagiannopoulos (2020) indicaron en su estudio con RYSTAD ENERGY, que el precio caería por menos de 20 dólares en el mercado global, llevando a un rebalanceo para el tercer término del año, permitiendo que productores como los de la OPEP puedan aumentar sus producciones en 1.5 a 2.5 MBPD, además, explica que debido a la pérdida de la OPEP, como ente regulador del precio del mercado, este recae ahora en el precio de balance económico entre la demanda y la oferta.

En el informe de agosto, la OPEP señala que la caída anual del consumo de petrolero, como consecuencia de la pandemia de coronavirus, será algo mayor de lo previsto, cifrándola en un 9.09%, frente a la del 8.03% pronosticada en el mes de julio (OPEP, 2020). Calculando que la demanda mundial de crudo rondará en 90.6Mbpd en todo el 2020, después de haber rozado los 100 MBPD en 2019. El desplome alcanzó un 9.1 MBPD, 100,000 BPD más que lo calculado en el mes de julio. Se espera que de la baja calculada en los 81.84 MBPD del pasado trimestre, el consumo de crudo suba hasta 92.10 MBPD en el trimestre actual y a 95.83 en los últimos tres meses

del año, proyectando un incremento interanual de 7 MBPD, hasta una media de 97.63 MBPD. en base a una mejora de la situación epidemiológica global.

En el primer trimestre del año 2019, la producción de barriles de petróleo a nivel nacional fue de 47.588.556,95 BPD (ARCH, 2019), los cuales comparados con la producción del 2020 en el mismo periodo, fue de 48.899.309,89 BPD (ARCH, 2020), demostrando un aumento de la producción de alrededor de 1'310.752,94 BPD, sin embargo, el precio promedio del petróleo WTI para finales del primer trimestre del 2019 fue de 60,14 dólares (Kelly, 2019), mientras que para el primer trimestre del 2020 el promedio de precios fue de 45,66 dólares y para abril del mismo año, el precio promedio WTI fue de 16,55 dólares esta abrupta caída se debe a que los contratos futuros de mayo cayeron significativamente, como consecuencia del COVID-19, siendo considerado como el mayor desplome puntual; un solo día, del precio WTI en la historia y superando inclusive, a la caída del precio en la Segunda Guerra Mundial (Browning, 2020).

Para Ecuador, las exportaciones petroleras representan el 35% de las exportaciones del país (ASOBANCA, 2020) siendo unos de los mayores rubros de ingreso de la caja fiscal.

1.2. Justificación del problema

El presente estudio analizará la incidencia del COVID-19 en la balanza comercial petrolera y la balanza de producción del sector hidrocarburífero. Proporcionará un análisis crítico respecto al comportamiento del sector a nivel macroeconómico en el primer semestre del año, la incidencia directa o indirecta del COVID-19 en la balanza comercial y de producción del sector, y el impacto de los contratos de gestión de campo en la balanza comercial durante este periodo.

Este proyecto de investigación pretende ser un referente teórico para el análisis económico en la industria hidrocarburífera, así como aportar con una base teórica-técnica que permita plantear estrategias para la producción petrolera en caso de eventos similares y generar propuestas de políticas de Estado que permitan tener un flujo de activos adecuados a las necesidades y realidades que se presenten.

El presente estudio tiene un enfoque cualitativo-cuantitativo, en donde describirá el comportamiento de la balanza comercial petrolera, la balanza de producción de crudo y derivados y la incidencia de los contratos de participación y servicios prestados en el sector petrolero durante el tiempo de pandemia.

El tiempo establecido para este estudio, se enmarca en el último trimestre del 2019, y en el primer semestre del 2020, considerando los acontecimientos nacionales e internacionales que se presentaron durante este periodo, previo a la primera alerta de notificación del virus por parte de China en el mes de diciembre y oficializado en enero del 2020, por la Organización Mundial de Salud (OMS).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Análisis del sector petrolero del Ecuador durante la pandemia por el COVID-19 enero hasta junio del 2020

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Analizar la incidencia de los contratos de concesión de campo a precio fijo de barril producido por servicios prestados y contrastarlos con los datos de los contratos de participación realizados con consorcios, operadoras y petrolera estatal, por medio de la cuenta corriente, para el establecimiento de las ventajas y desventajas para nuestro sector según las variaciones del precio del petróleo.
2. Contrastar la incidencia del COVID-19 y los eventos que surgieron durante el primer semestre del 2020 con los años anteriores para determinar los efectos en las variables de estudio.
3. Determinar los escenarios probables, para la balanza de producción de crudo y productos derivados del petróleo y la balanza comercial del sector hidrocarburífero, según la incidencia del COVID-19, por medio de los métodos de serie de tiempo.

1.4. Marco teórico

Para el análisis de la industria hidrocarburífera ecuatoriana, es necesario entender el panorama internacional y nacional, conocer su evolución permitirá determinar los eventos de mayor significancia para llegar a criterios concluyentes. Por su parte, las leyes internas de nuestro país, así como el porcentaje de participación de la industria en el balance de flujo de activos y su intervención en la cuenta corriente de la balanza de pagos, deben ser consistentes en base a las realidades que se dan en el periodo de análisis y los posibles resultados obtenidos durante los eventos de discontinuidad de la producción. Para ello se ha tomado como referencia las siguientes teorías petroleras.

1.4.1. Volatilidad del precio del petróleo

El precio del petróleo depende de distintos factores que interceden en la apreciación de los mercados, siendo clasificado como especulativo, geopolítico, financiero y económico. El precio económico se caracteriza por referirse a la interacción de la oferta y la demanda, siendo, por su comportamiento, el que posee mayores ventajas al ser utilizado para mantener márgenes de sostenibilidad según la demanda mundial y habilidad de los productores para cubrirla (Jalife-Rahme, 2006). Sin embargo, Decker & Wohar (2005) indican que el precio económico va a tener la influencia de los impuestos que se apliquen en la producción y en el crecimiento de los sectores involucrados.

El financiero depende del valor de cotización del crudo según la moneda de cambio que se use para su venta al mercado, a nivel mundial está el WTI que se sustenta en la venta en dólares de barriles del crudo y por otro lado el BRENT de la venta del crudo en euros, las fuertes conexiones entre las tasas de intercambio y el precio del petróleo es frecuentemente observado a largo plazo, aumenta su riesgo de efectividad debido a los haberes ofrecidos en los mercados, siendo flexibilizados por su tasa de intercambio en los arreglos entre las economías exportadoras e importadoras. (Beckmann et al., 2020)

El precio geopolítico según Economidez (2007), está en el desbalance debido a puntos geoestratégicos como Hormuz, el incremento de productores energéticos, desbalance de poder con grupos como la OPEC y la OCED, en su

capacidad de alterar los mercados, debido al exceso de producción mundial, precipitando en un trastorno de la economía globalizada.

El precio especulativo depende, según los intercambios mercantiles, en bolsa del petróleo y dependiendo de su cotización en WTI o BRENT, que son tramitados en los mercados de valores de NYMEX y el Intercambio Internacional de Petróleo (IPE), respectivamente (Jalife-Rahme, 2006).

La volatilidad del precio del petróleo ha sido posesionada primeramente en los asuntos financieros y en la toma de decisiones económicas, sosteniendo que está representada en las variaciones de las oscilaciones entre sus valores de cotización de venta y los índices de referencia, añadiendo a esto la falta de control de los barriles presentados al mercado. Las predicciones de las reservas petroleras por parte de las empresas productoras y los eventos geopolíticos, aumentan la incertidumbre del precio, y aumenta la especulación del mismo (Biu & Ikiensikimama, 2012) (Akram, 2020), coinciden que la incertidumbre geopolítica asociada al precio del petróleo, tiende a estar fuertemente distanciada de la demanda y oferta real del mercado, debilitando las exportadoras de crudo.

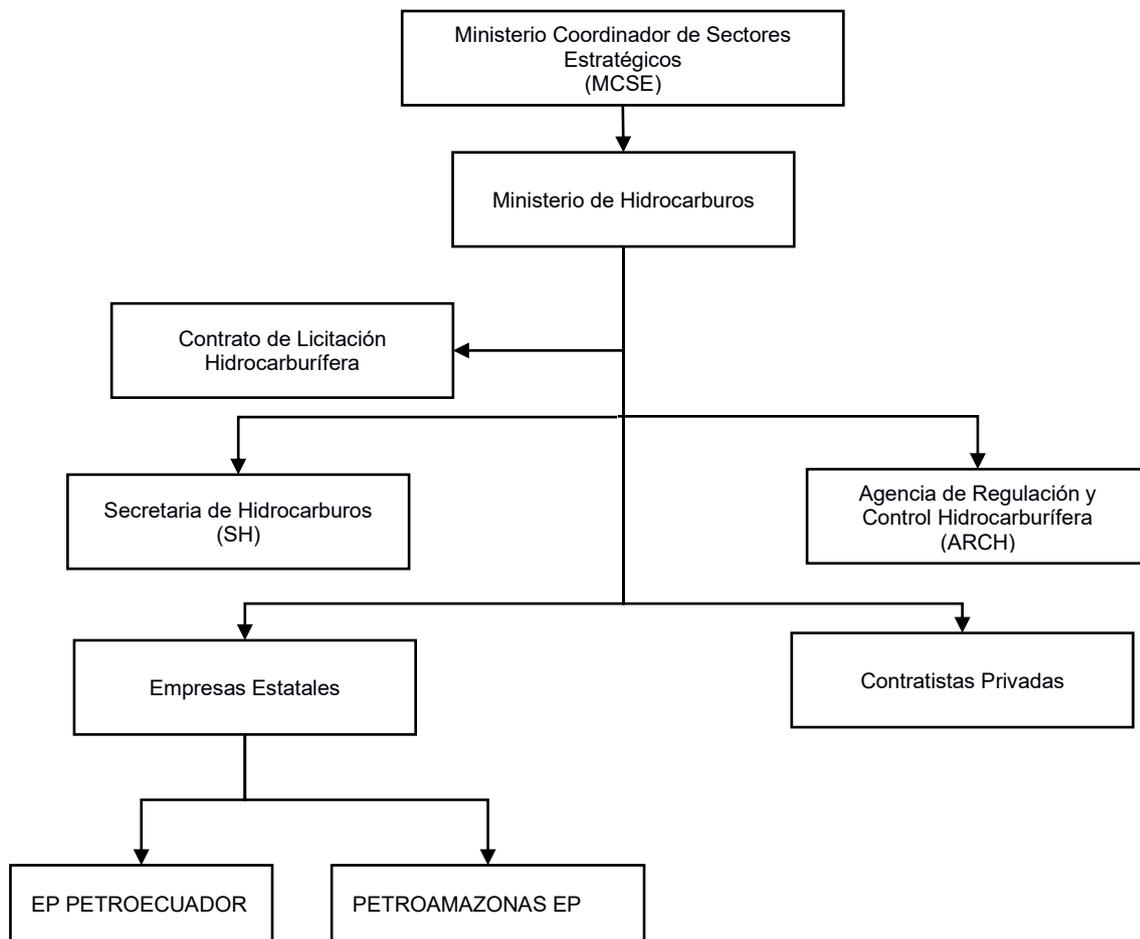
1.4.2. Contratos de Explotación de Petróleo.

El artículo 2 de la Ley de Hidrocarburos vigente estipula que:

“El Estado explorará y explotará los yacimientos señalados en el artículo anterior en forma directa a través de las Empresas Públicas de Hidrocarburos. De manera excepcional podrá delegar el ejercicio de estas actividades a empresas nacionales o extranjeras, de probada experiencia y capacidad técnica y económica, para lo cual la Secretaría de Hidrocarburos (SH) podrá celebrar contratos de asociación, de participación, de prestación de servicios para exploración y explotación de hidrocarburos o mediante otras formas contractuales de delegación vigentes en la legislación ecuatoriana...” (Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador, 1999).

“Así como contratos de explotación de campos marginales, siendo estos aquellos campos de baja prioridad operacional o económica considerados así por encontrarse lejanos a la infraestructura de EP PETROECUADOR, por contener crudo de baja gravedad API, o por necesitar técnicas de recuperación

excesivamente costosas.” (Secretaria de Hidrocarburos del Ecuador & Ministerio de Recursos Naturales No Renovables, 2010)



Gráfica 1.1.1. Organigrama Institucional de la Contratación petrolera en el Ecuador.

Fuente: Ley de Hidrocarburos y Ministerio de Recursos No Renovables

1.4.3. Métodos de contratación petrolera en el Ecuador

En 2010 se impulsó la renegociación de los contratos petroleros de participación a un modelo de contrato de prestación de servicios, a través del cual se estableció el pago a las contratistas privadas por parte del estado a una tarifa fija por barril de petróleo bajo el concepto de servicios de exploración y explotación del crudo ecuatoriano. Dicho pago incluía la amortización de las inversiones, costos y gastos, más una utilidad a favor de las contratistas privadas.

Sin embargo, hubo varias de estas empresas que debido a no llegar a acuerdos de renegociación decidieron no modificar el tipo de contrato que tenían, causando así que estos campos pasen al control de la Secretaría de Hidrocarburos una vez terminado dichos contratos. Los tipos de contratos actualmente utilizados en los campos ecuatorianos son:

1.4.3.1. Contratos de participación

Son aquellos celebrados por el Estado por intermedio del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, mediante los cuales delega a la contratista a cumplir lo dispuesto en la Constitución de la República del Ecuador, facultando la exploración y explotación de recursos hidrocarbúricos en las áreas de contrato facultadas, siempre que estas realicen estas operaciones por cuenta y riesgo propio todas las inversiones necesarias, asumiendo los costos y gastos de dichas actividades. (XII Ronda Petrolera Intracampos Ecuador, 2016)

Las ganancias obtenidas, por parte de la empresa privada y el Estado ecuatoriano, se derivan de la participación en el volumen de crudo extraído de los correspondientes bloques petroleros. Este tipo de contrato, sin embargo, establece que el 12,5% del volumen total producido de crudo, le corresponde como participación mínima al Estado. Las características principales de esta modalidad contractual son las siguientes:

- La participación en el volumen de crudo producido que corresponde a la contratista constituye el ingreso por la actividad de la compañía que le permite amortizar sus inversiones, cubrir los costos y gastos de producción y generar una utilidad.
- Este tipo de contratos no considera el pago por regalías de parte de las compañías petroleras privadas al Estado ecuatoriano.
- El riesgo de la actividad durante los períodos de exploración y explotación del crudo corresponden en su totalidad a la contratista, debido a que la participación que recibe al Estado es independiente de las variaciones en el precio del petróleo, del monto de inversiones realizado o del descubrimiento de nuevas reservas.

- La contratista retiene el área del bloque para el cual fue contratada si se descubren yacimientos de petróleo que sean comercialmente explotables.
- Con relación a la amortización aplicada a las inversiones de preproducción (que representan alrededor del 80% del monto total de inversiones) y a las inversiones de transporte, el período establecido dentro de este tipo de contratos es de 10 años. Por otro lado, la amortización de las inversiones de producción se lleva a cabo por unidad de crudo producido.(Bustamante y Zapata, 2007)

A partir del 25 de julio del 2018, el estado ecuatoriano mediante Decreto Ejecutivo 449, reguló la suscripción de contratos para la exploración y explotación de hidrocarburos mediante la modalidad de Participación. Dentro de esta modalidad de contrato se encuentran las siguientes cláusulas:

- El estado tendrá una participación en los contratos de al menos 12,5 % de la producción total fiscalizada.
- La Contratista asume por su cuenta y bajo su riesgo todas las inversiones, costos y gastos operativos para la exploración, explotación y desarrollo del área del contrato.
- El monto que representa a los beneficios del estado no será inferior a los beneficios de la contratista. (Garcés & García, 2018).

1.4.3.2. Contratos de prestación de servicios

De acuerdo con (Bustamante y Zapata, 2007), los contratos de prestación de servicios fueron implementados en el Ecuador reconociendo la propiedad pública del petróleo, lo cual otorga a Petroecuador la facultad de contratar servicios técnicos, administrativos y financieros ofrecidos por las compañías privadas para las actividades de exploración y explotación de petróleo en el país.

A cambio de los servicios ofrecidos por las contratistas privadas, el Estado les reconoce los costos, gastos, amortizaciones y una tarifa por el

servicio prestado. Durante el período de exploración, el riesgo es asumido en su totalidad por la contratista.

En cuanto al cálculo del ingreso por este tipo de contratos, el artículo 55 de la Ley de Hidrocarburos indica que:

“todo el petróleo crudo del área de los contratos será valorado con el precio promedio mensual del petróleo durante el mes correspondiente a los servicios prestados”, y el artículo 56 indica que el ingreso para el pago a las contratistas será “el valor resultante de la diferencia entre el ingreso bruto del contrato y la suma de los siguientes conceptos: (i) Margen de Soberanía; (ii) Costos de Transporte del Estado; (iii) Costos de Comercialización; y, (iv) Los tributos establecidos en la Codificación de la Ley del Fondo para el Ecodesarrollo Regional Amazónico y la Ley de Creación de Rentas Sustitutivas para las provincias de Napo, Esmeraldas y Sucumbíos, si los mismos resultasen aplicables”. (Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador & Ministerio de Recursos Naturales No Renovables, 2010)

1.4.3.3. Contratos de asociación

El artículo 13 de la Ley de Hidrocarburos refiere a este tipo de contratos como aquellos en los que la Secretaría de Hidrocarburos a empresas asociadas les otorga derechos en áreas, yacimientos de hidrocarburos y otros derechos del patrimonio nacional, para que se comprometan a realizar inversiones acordes con las negociaciones entre las partes contratantes. Si hubiere el caso en que sea necesario el abandono o devolución total de las áreas otorgadas en su totalidad o parcial por ser improductivas, no existirá valores de adeudamiento por parte de la Secretaría de Hidrocarburos, dándose en conocimiento de ambas partes el finiquito de la contractual de asociación. En estos contratos deben establecerse en base a lo siguiente:

“Los órganos directivos y de administración, el plazo de duración del contrato, las obligaciones mínimas de inversión y de trabajo, las regalías, primas, derechos superficiales, obras de compensación y otras obligaciones similares, las garantías que debe rendir la empresa asociada para caucionar el cumplimiento de sus obligaciones, la extensión y la forma de selección de

las áreas de explotación, los derechos, deberes y responsabilidades del operador, Las relaciones de los asociados en la etapa de producción y las formas, plazos y otras condiciones de las amortizaciones”. (Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador & Ministerio de Recursos Naturales No Renovables, 2010)

1.4.3.4. Contratos de explotación de campos marginales

Se caracterizan por el establecimiento de una línea base de producción una vez concedidos los permisos de realización de la explotación del campo, esta producción base pasa a ser propiedad del Estado, obteniendo la contratista a cambio el reconocimiento de los costos de producción y operación de dicha producción. El crudo que se produzca una vez superada la línea base es repartido entre ambas partes, según los porcentajes de participación negociados y establecidos en los contratos, que se definen a partir de los volúmenes de producción alcanzados en dicho campo. (Bustamante y Zapata, 2007)

1.4.4. Métodos de venta de petróleo

De acuerdo con (Pindyck, 2001), los mercados del petróleo y gas natural, así como sus derivados se caracterizan por tener altos niveles de volatilidad. Describe como los niveles de inventario y los precios varían constantemente y a través del tiempo, en ciertos casos de manera predecible (por ejemplo, cambios estacionales en la demanda) y en otros de manera impredecible. Además, describe como los precios, las tasas de producción y los niveles de inventario están interrelacionados, y se determinan a través del equilibrio en dos mercados interconectados: un mercado de efectivo para compras al contado y ventas del producto (Mercado Spot), y un mercado de almacenamiento (Mercado de ventas a futuro).

1.4.4.1. Método de venta SPOT

Son aquellos contratos de compraventa de petróleo que se realizan inmediatamente o al contado. Es decir, cuando tanto el comprador como el vendedor de la divisa acuerdan que tanto la entrega como el pago de esta, se realice inmediatamente. (Hilbck Ríos, 2009).

1.4.4.2. Método de venta a futuro

Dentro de este tipo de ventas, existen 2 que se destacan:

- Un contrato a plazo es un acuerdo para entregar una cantidad específica de un producto en una fecha futura especificada, a un precio (el precio a plazo) que se pagará en el momento de la entrega. Las especificaciones del producto y el punto de entrega (así como la cantidad, el precio y la fecha de entrega) se detallan en el contrato. Hay dos partes en un contrato a plazo: el comprador (o posición larga), que recibirá el producto y pagará el precio a plazo, y el vendedor (o posición corta), que entregará el producto. Los contratos a plazo a menudo se negocian directamente entre productores y consumidores industriales del producto básico; en algunos casos se negocian en bolsas organizadas (como la Bolsa de Metales de Londres). (Pindyck, 2001)
- Un contrato de futuros también es un acuerdo para entregar una cantidad específica de un producto en una fecha futura especificada, a un precio (el precio de futuros) que se pagará en el momento de la entrega. Los contratos de futuros generalmente se negocian en bolsas organizadas, como la Bolsa Mercantil de Nueva York, y como resultado, tienden a ser más líquidos que los contratos a plazo. (Pindyck, 2001)

1.4.5. Cuenta Corriente

El Banco Central del Ecuador (2020), lo describe como, el estudio analítico en un determinado periodo de tiempo de las transacciones entre el Ecuador y el resto de la comunidad global, que se compone de tres cuentas, que son (a) cuenta corriente, (b) cuenta capital y (c) cuenta financiera; estas cuentas no necesariamente estarán en equilibrio, sin embargo se compensan mutuamente, permitiéndonos conocer si nuestro sector está en un punto deficitario o con superávit (Borja Rivadeneira, 2012).

La balanza de pago del sector petrolero debe de registrar los ingresos y egresos corrientes por concepto de exportaciones e importaciones de bienes y servicios, así como las rentas y transferencias, contabilizando el flujo de capital de inversiones extranjeras directas y por parte del estado, el endeudamiento externo e inversiones en el exterior. (Pulido et al., 2004)

La cuenta corriente (balanza comercial) nos arroja valores de deficiencia o de superávits permite tener conocimiento de los bienes y servicios ingresados de manera primario o secundaria. Según la sexta edición del Manual de balanza de pagos y posición de inversión internacional publica por el Banco Central del Ecuador (Fondo Monetario internacional, 1993), en el Ecuador esta cuenta abarca lo siguiente:

- Los bienes adquiridos por medio de transporte en mercancías generales.
- Se incluye una clasificación de servicios entre ellos los servicios ambientales correspondiente a las emisiones de carbono, el tratamiento de residuos y el manejo de desechos.

La cuenta de capital toma en cuenta el total de los créditos restando los débitos de las transferencias de capitales y los activos no financieros producidos. La cuenta financiera presenta la adquisición y disposición neta de activos financieras (inversiones, endeudamiento externo, capitales de inversión, etc.).

Se debe de entender que, si existe una balanza comercial positiva esta muestra superávit, siendo más los recursos que llegan a las ganancias del estado por exportaciones y menores las perdidas por la importación de productos, permitiendo dinamizar y desarrollar las economías internas. En cambio, si se torna negativa estamos en presencia de un déficit, implica que existe mayor número de importaciones permitiendo la salida de divisas que exportaciones que permitan el ingreso de divisas. (Machuca & Taquía, 2009)

Tabla 1.1. Esquema básico de la Cuenta Corriente

Cuenta Corriente	
Bienes y Servicios	Bienes de exportación e importación
	Servicios prestados y servicios recibidos
Ingreso Primario	Rentas recibidas y pagadas
Ingreso Secundario	Transferencias corrientes netas

Fuente: BCE

Elaborado por: Mildred Apolinario y Byron Manzo

1.4.6. Análisis prospectivos

Los análisis prospectivos, permiten proponer múltiples escenarios de futuros posibles o deseables, estos pueden presentarse en tres formas: posibles,

probables y deseables. Los escenarios posibles son aquellos que pueden ser imaginados para la institución o sector, siendo tanto positivista como negativo; por su parte el escenario factible, es aquel que se desarrolla con restricciones que las variables impongan a los sistemas y variables que la involucran, y el deseable tiende a ser el más positivo, pero no necesariamente es realizable (Banguero et al., 2018).

Por su parte, (Grondin, 2020) sugiere que previo a cualquier evaluación de escenarios futuros, es necesario realizar caminos de ruta según la información procesada, para determinar las variables y si están limitadas dentro del sistema de evaluación.

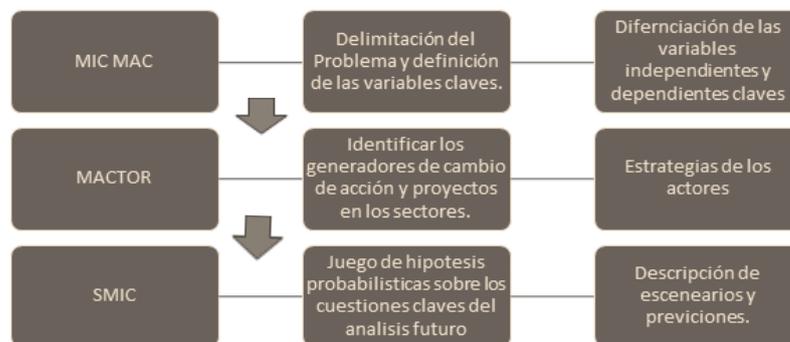
La metodología para el planteamiento de escenarios en estudios prospectivos permite abordar múltiples realidades indeterminadas, para poder aplicarlas se requiere el cumplimiento de tres aspectos fundamentales:

- Análisis del fenómeno en estudio, desde un punto de vista retrospectivo y actual.
- Analizar influencia de grupos sociales que intervengan en el desarrollo del fenómeno, así como factores de cambio que pueden intervenir.
- Presentar los resultados finales en forma de escenarios.

Para el análisis prospectivo es necesario recurrir a información multipares de expertos, por medio del uso de herramientas comunicación e intercambio de información, que permita retroalimentar los conocimientos necesarios para el análisis y establecer variables según las limitantes del estudio. (Cely, 1999)

Para evaluar los futuros posibles se utilizará el Sistema de Matriz de Impactos Cruzados (SMIC), la cual proporciona herramientas que consisten en el análisis de la evaluación de un grupo de variables restringidas, en el que se toma en cuenta tanto la presencia del impacto como su ausencia en la aparición de una variable sobre el resto de las variables constantes del sistema, esta evaluación se realizará según la determinación de las variables constantes de estudio, sus condiciones, encuestas a expertos, quienes darán su opinión sobre la probabilidad condicionada, positiva y negativa de las variables. (Quinteros & Hamann, 2016)

Para llegar a estos escenarios es necesario realizar dos análisis de información del sistema de condicionamiento, por un lado el análisis estructural MIC MAC se puede analizar las relaciones existentes entre las variables que afectan al sistema, enlistándolas para luego definir las y analizar las relaciones entre ellas, identificando su grado de influencia en cada variable, tomándola como posibles escenarios (Godet, 1993) y por otro el análisis de actores MACTOR que describe la influencia del poder de los actores tomando en cuenta estrategias en común. (Gordon, 2004)



Gráfica 1.2. Sistema de jerarquía para el uso de SMIC de manera intuitiva

Por su parte para determinar escenarios en base a la incidencia de los contratos, se explora por medio del método Delphi, el cual utiliza el juicio intuitivo de expertos, por medio de encuestas sucesivas para integrar sus repuestas en dirección de opiniones reduciendo las dispersiones. (Romero, 2010)

1.4.6.1. Método prospectivo cualitativo

El método designación de escenarios en base a eventos de variables de análisis, se puede evaluar por medio del Sistema de Matrices de Impacto Cruzado (SMCI) nos indica que para calcular el número de escenarios posibles con respecto al número de hipótesis (eventos) que se plantean. Se procede a determinar el número de posibles escenarios, a partir de diferentes combinaciones que pueden tener:

$$E = 2^n = 2^4 = 16 \quad \text{Ec.(1.1)}$$

Para obtener las probabilidades independientes y condicionadas, se procede a realizar un cuestionario en línea a presentarse a un conjunto de expertos, se les solicitará a los expertos que evalúen de manera individual la probabilidad de ocurrencia de cada hipótesis, dándonos como resultado probabilidades simples de ocurrencia de i en la Hipótesis n . Dando los valores de ocurrencia e influencia entre las hipótesis planteadas para el estudio.

Godet (2000), manifiesta que la selección de los escenarios dependerá de los porcentajes de incidencia que se obtenga en los valores intermedios, sugiriendo que los porcentajes de incidencia entre 30 al 60 por ciento, son los más probables de tener incidencia real, disminuyendo la influencia de ideas preconcebidas.

A su vez Godet & Durance (2009), sugieren que una vez realizado la recolección de datos se utilice el programa de Smic-Prob-Expert, desarrollado por el autor del método, a través del Laboratorio de Investigación de Prospectiva (LIPSOR). Este software es de uso gratuito para la comunidad, siendo en 2016 su última actualización hecha bajo la supervisión del autor (Godet, 2018).

1.4.7. Modelos de Serie de tiempo

Son modelos cuasi experimentales, que se utilizan para conocer la tendencia de una serie de datos que fluctúan en el tiempo (Bacchini et al., 2018). En estos datos se busca encontrar patrones o tendencias, de forma que pueda ser posible medir y adaptar sus tendencias para pronósticos de datos futuros; se presentan con mayor efectividad en graficas de dispersión o lineales, donde el eje de las X describe el tiempo y los datos de interés en el eje de las Y (Bernal, 2010). Los intervalos de interés pueden ir desde datos horarios hasta datos anuales.

Las series de tiempo se conforma de cuatro factores principales:

- **Tendencia:** describe el desplazamiento o movimiento gradual de los valores extremos altos o bajos, a través de lapsos de tiempo. Las tendencias pueden ser lineales, lineales decrecientes y sin tendencia. Se lo describe como un

modelo de muy largo plazo. Su descripción es una ecuación que puede ser aditiva o multiplicativa.

- Ciclo: es la sucesión recurrente de los datos de más de un año, que se dispersan sobre o bajo la curva de tendencia. No todos los datos caen sobre la línea de tendencia, ni tampoco los valores proyectados futuros. Es un componente de largo plazo.
- Estacionalidad: es la frecuencia en que el patrón se repite, se ve afectado por comportamiento de las variables de estudio, y estos se clasifican en base a las sucesiones de observaciones en el tiempo, de corto plazo. Se indica que una serie es estacional si su varianza no varía sistemáticamente en el tiempo
- Irregular: mide la variabilidad de la serie cuando las otras características no existan. (Damodar & Dawn, 2013; Villarreal, 2016)

Parte de su aplicabilidad en la industria hidrocarburífera, se ha realizado en el análisis de sistemas preventivos de mantenimiento y reparación, utilizando modelos de series de tiempo como SARIMA basada en el modelo de Box and Jenkins (Liang, 2011), en predicciones de fallas en la data de sensores digitales de monitoreo de BES (Patri et al., 2014); o en análisis de comportamiento de las variaciones del precio del petróleo tomando en cuenta la estacionalidad, volatilidad en el tiempo y su distribución asimétrica, a través de modelos de serie de tiempo como ARIMA (Biu & Ikiensikimama, 2012).

Sin embargo, estos modelos tienden a tener debilidades debido a la estacionalidad, ya que toman en cuenta la estacionalidad de los datos más recientes en la tendencia, por lo cual es necesario antes de realizar modelos o comprobar tendencias de los datos, desestacionalizar las series, permitiendo que la varianza del sistema deje de ser afectada por estos valores, que aumentan el ruido de los datos, además que solo se puede analizar una variables a la vez en el tiempo, y es difícil mantener la independencia de las variables analizadas. (Damodar & Dawn, 2013)

Métodos como la suavización doble exponencial, se ha usado en la industria para el ajuste de la data histórica, disminuyendo y limitando el error de ajuste en el historial. Lo realiza por medio del factor de estacionalidad y fluctuación del ajuste de la data, (Ladipo & Ogbe, 2015), por su parte Holt-Winter,

agrega un tercer factor suavización exponencial, la periodicidad a datos no estacionales, se ha utilizado para identificar el desarrollo pronósticos de rentas previstas (Matysiak & Tsolacos, 2003).

Winter-Holt es un método mixto de predicción y análisis de datos no estacionales en el tiempo, por lo que junto con el método de Box-Jenkins son considerados métodos simples de casos especiales del modelo general de ARIMA (Brandon et al., 1987), por lo cual su uso se ha implementado en proyectos de producción en el suministro del servicio de energía eléctrica, al asistir en el ajuste de los parámetros de fluctuación en el tiempo en los sistemas de redes eléctricas, al estimar el comportamiento de la corriente (Khorsheed, 2019).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo consiste en realizar un análisis del impacto del COVID – 19 en el sector hidrocarburífero nacional, a través del análisis de variables macroeconómicas tales como, la balanza comercial petrolera, la balanza de producción de crudo y derivados, precio referencial de venta del crudo ecuatoriano, etc. El período de estudio comprende los 2 últimos años, es decir desde enero del 2018 hasta junio del 2020. Se utilizaron datos de fuentes oficiales de las agencias de control y regulación tanto a nivel nacional como internacional, estas son el Banco Central del Ecuador (BCE), el Fondo Monetario Internacional (FMI), la Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador (SHE), la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH), Ministerio de Recursos Naturales no Renovables, entre otros. Donde se realizará un cotejo histórico mensual de la producción de crudo, la balanza comercial del sector en el período de estudio, identificando su correlación con el proceso de recesión económica y caída del precio del barril de petróleo internacional, así como las paradas del sector debido a la disminución de la producción por el hundimiento y ruptura de los oleoductos del Sistema de Oleoductos Transecuatoriano (SOTE) y Oleoducto de Crudos Pesado (OCP).

2.1. Análisis de los contratos de concesión de campos petroleros

A fin de poder realizar un análisis en cuanto a la incidencia en el precio del barril de petróleo sobre los contratos de prestación de servicios, contrastándolos a su vez con los contratos de participación se utilizó la siguiente metodología. Para el análisis sobre los contratos de prestación de servicios, se recopilaron los datos publicados por el BCE en su informe estadístico mensual de donde se extrajo la siguiente información:

- Volumen exportado mensual de crudo producido por las compañías privadas bajo la modalidad de Prestación de Servicios.
- Tarifa mensual promedio pagada por el estado por barril de petróleo producido.

- Precio de venta referencial de petróleo ecuatoriano.

Debido a la falta de datos de carácter privado tales como: producción mensual de petróleo por bloque en concesión, el volumen de crudo exportado mensualmente por bloque, las tarifas pagadas mensualmente por barril de petróleo producido a cada contratista, los resultados se obtuvieron tomando los datos respecto al volumen total de petróleo exportado, proveniente de los contratos de prestación de servicios, así como la tarifa promedio mensual pagada por el estado por barril de petróleo producido.

Se obtuvo la información respecto a la producción mensual por bloque, el análisis hecho a los contratos de participación se realizó en base a la siguiente premisa: Partimos con el supuesto de que todos los contratos de prestación de servicios se cambian a contratos de participación y, por lo tanto, los valores respecto al volumen exportado mensual presentado en el análisis de los contratos de prestación de servicios se tomaron como si fueran respecto a los contratos de participación.

Bajo este supuesto y tomando en cuenta las cláusulas que el Decreto Ejecutivo 449 estipula, sobre los cálculos respecto al % de participación tanto de la contratista como del estado y a su vez el volumen de crudo producido perteneciente a la contratista y al estado, estimamos las ganancias económicas bajo esta modalidad de contrato y las contrarrestamos con las ganancias obtenidas bajo la modalidad del contrato de prestación de servicios, además se analizó la dependencia que ambos contratos poseen con respecto al precio del barril de petróleo.

A fin de poder realizar el análisis sobre los contratos de participación, se requirió determinar el porcentaje de participación del estado, es decir se determinó el porcentaje del volumen producido por la contratista que le corresponde al estado, para ello, el decreto 449 estipula lo siguiente:

Cuando el precio del barril de petróleo sea mayor o igual a \$120,00 USD el porcentaje de participación de la contratista será de al menos 40 %, y en el caso de que el precio del barril sea menor o igual a \$30,00 USD el porcentaje de participación de la contratista será de \$ 87,5 %.

En el caso de que el precio del barril sea mayor que \$ 30,00 USD y menor a \$ 120,00 USD, el porcentaje de participación de la contratista se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$\% PC = (Pendiente * Precio Promedio Referencial) + Constante \quad Ec.(2.1)$$

Donde:

- % PC = Porcentaje de participación de la contratista (%) redondeado al tercer decimal
- Pendiente = -0.5278 %
- Precio Promedio Referencial = Precio promedio referencial de venta del petróleo ecuatoriano (“PRECIO REFERENCIAL CESTA ORIENTE Y NAPO”)
- Constante = 103.3333%

En el caso de que la producción diaria exceda ciertos límites, el porcentaje de participación de la contratista se deberá ajusta en base a la siguiente ecuación:

$$X = \frac{\{(Q1 * PC) + [Q2 * (PC - 1,5\%)] + [Q3 * (PC - 6\%)]\}}{Qt} \quad Ec.(2.2)$$

Donde:

- X = % ajustado de participación del contratista redondeado al tercer decimal.
- PC = % de participación del contratista redondeado al tercer decimal.
- $Qt = Q1 + Q2 + Q3$
- Q1 = Es la parte de Qt inferior o igual a 30.000 bpd
- Q2 = Es la parte de Qt mayor a 30.000 bpd y menor o igual a 60.000 bpd
- Q3 = Es la parte de Qt mayor a 60.000 bpd

Que se modificará la participación de la Contratista cuando sus beneficios superen a los del Estado, en cuyo caso la Secretaría de Hidrocarburos aplicará la siguiente fórmula:

$$X = \frac{\{(Q1 * PC) + [Q2 * (PC - 1,5\%)] + [Q3 * (PC - 6\%)]\}}{Qt} - AS \quad \text{Ec. (2.3)}$$

Donde:

$$AS = \frac{\textit{Beneficios del Estado}}{\textit{Beneficios del Estado} + \textit{Beneficios de la Contratista}} \% \quad \text{Ec. (2.4)}$$

Tal que:

- AS = Corresponde al porcentaje que permite balancear los beneficios del Estado. La Secretaría de Hidrocarburos revisará anualmente el equilibrio de los beneficios del Estado y en el caso de que los beneficios de la Contratista sean mayores a los del Estado, se aplicará el ajuste durante el año fiscal siguiente.

Que el volumen de la producción correspondiente a la contratista se obtendrá de la siguiente ecuación:

$$PC1 = X * Qm \quad \text{Ec. (2.5)}$$

Donde:

- PC1 = Participación de la contratista (Barriles)
- X = % ajustado de participación del contratista redondeado al tercer decimal
- Qm = Producción mensual fiscalizada en el Área del Contrato

Que la participación del Estado en barriles de petróleo crudo se calculará mediante la siguiente ecuación:

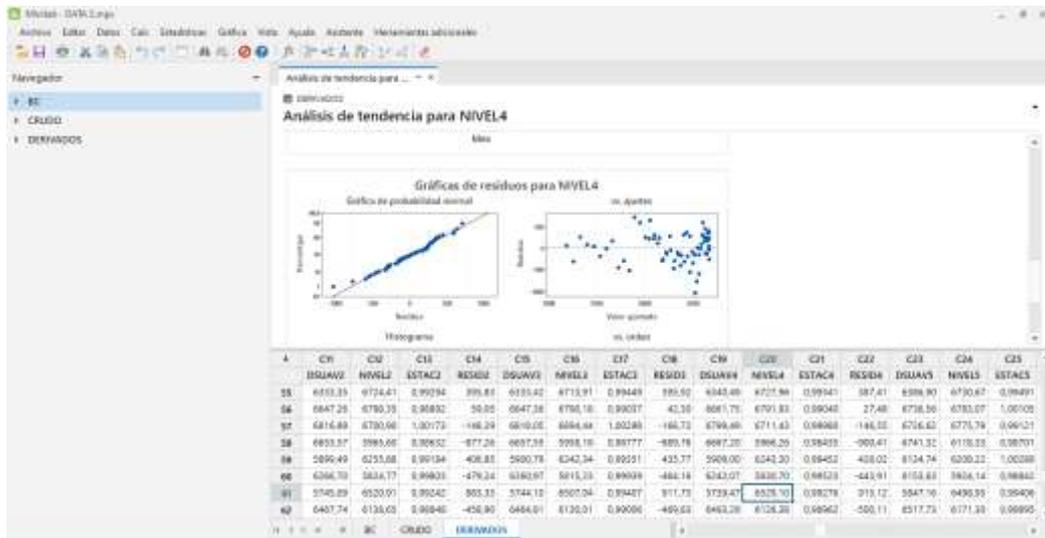
$$PE = (100\% - X) * Qm \quad \text{Ec. (2.6)}$$

Donde:

- PE = Participación del Estado en barriles de petróleo crudo
- X = % ajustado de participación de la contratista
- Qm = Producción mensual fiscalizada en el Área del Contrato

2.2. Análisis de series de tiempo

Utilizando el software para evaluar la data de las variables balanza comercial, de balanza de producción de rudo y la de derivados, por medio de las series de tiempo.



Gráfica 2.2.1 Área de trabajo de Minitab 19

En un nuevo proyecto se procedió a subir la data de la información, en tres diferentes hojas de trabajo, de manera que se realizar el análisis de manera ordenada, con lo cual se crearon para cada variable Balanza comercial (BC), y las Balanzas de Producción se las nombro Crudo y Derivados. Se copio la información de los años 2014 al año 2020, la selección de estos años es por la caída del precio del petróleo del año 2014, para comparar el comportamiento de los valores de aquel periodo a nuestra sección de estudio por medio de las curvas de tendencias.

Se procede a ir a la sección de Estadísticas, luego Series de tiempo y Análisis de Tendencias. Con lo cual se obtuvo la tendencia de la data real. Se procede luego a evaluar los modelos de series de tiempo para encontrar cual se ajusta se mejor manera al comportamiento de nuestras gráficas (Minitab Statistical Software, 2020).

Para encontrar cual es la tendencia y nivel de la serie, en un periodo de 1 meses, se procedió a utilizar el método de suavización exponencial doble, con optimización de ARIMA. Obteniendo los valores de ajuste de ciclo (nivel) y tendencia. Luego se determinó para los meses de abril y mayo, los valores

probables por medio del método de promedio de medias móviles para el mes de abril y reemplazando estos datos en los valores iniciales se procedió a ingresar al método de Winters-Holts los valores de ciclo y tendencia, iterando los valores de estacionalidad entre 0.0000001 y 1, para un periodo de 12 meses. Seleccionando el modelo de predicción de menor error de varianza (MAPE). (Minitab Statistical Software, 2020).

El proceso que Minitab utiliza para el proceso de cálculo y gestión de los datos es basándose en tres aspectos de variación que permiten ajustar el modelo. Y recrea el modelo según el tipo de variación que se necesite pudiendo ser:

Multiplicativa

$$L_t = \alpha \left(\frac{Y_t}{S_{t-p}} \right) + (1 - \alpha)[L_{t-1} - T_{t-1}] \quad \text{Ec. (2.7)}$$

$$T_t = \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)[T_{t-1}] \quad \text{Ec. (2.8)}$$

$$S_t = \delta \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - \delta)[S_{t-p}] \quad \text{Ec. (2.9)}$$

$$\hat{Y}_t = (L_{t-1} + T_{t-1})[S_{t-p}] \quad \text{Ec. (2.10)}$$

O aditivo

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-p}) + (1 - \alpha)[L_{t-1} - T_{t-1}] \quad \text{Ec. (2.11)}$$

$$T_t = \gamma(L_t - L_{t-1}) + (1 - \gamma)[T_{t-1}] \quad \text{Ec. (2.12)}$$

$$S_t = \delta(Y_t - L_t) + (1 - \delta)[S_{t-p}] \quad \text{Ec. (2.13)}$$

$$\hat{Y}_t = L_{t-1} + T_{t-1} + S_{t-p} \quad \text{Ec. (2.14)}$$

L_t nivel en el tiempo t , α es la ponderación para el nivel

T_t tendencia en el tiempo t ,

γ ponderación para la tendencia

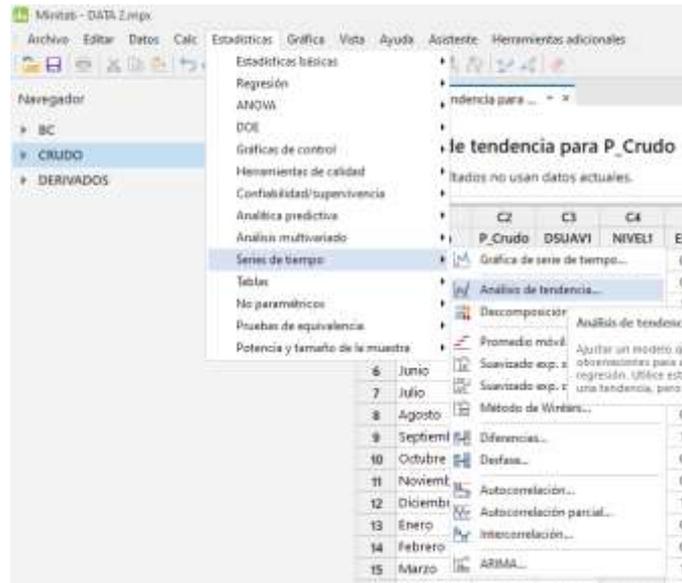
S_t componente estacional en el tiempo t

δ ponderación para el componente estacional

p período estacional

Y_t el valor ajustado, o el pronóstico de un período adelante, en el tiempo t

\hat{Y}_t el valor ajustado, o el pronóstico de un período adelante, en el tiempo t



Gráfica 2.2.2 Lista de opciones de análisis de Series de Tiempo en Minitab 19

2.2.1. MiniTab-19

Es un software de estadísticas para el análisis de datos, que permite evaluar estudios de data estadísticas, a través de diversas funciones de análisis de variables, datos no lineales, entre otros. Permite la visualización de las interacciones a través de factores importancia de las variables de análisis.

Parte de las funciones de este programa es la posibilidad de realizar predicciones a partir de datos reales, según el modelo escogido por los investigadores, así como una amplia biblioteca de información en línea que permite conocer el funcionamiento de los estadísticos seleccionados, así como guiar al usuario en la interpretación de los datos resultantes, en las gráficas generadas del análisis. (Minitab Statistical Software, 2020).

2.3. Análisis cualitativo de escenarios

Se procedió a revisar la información del BCE, para observar si hubo comportamientos anormales en las cuentas y data referente al sector petrolero, así como la información proporcionada por EP PETROECUADOR y EP PETROAMAZONAS. De esto se observó tres variables ingentes al sector, que presentaron cambios bruscos en el primer semestre del año, y una variable adicional que depende de la cantidad de petróleo disponible para venta.

Se determinó que estas variables pueden ser medibles cualitativa y cuantitativamente, estando relacionadas con el precio del petróleo (H1 y H3), y con el sector de producción (H2-H4), adicional se añadió y al determinar si estas variables dependían de otros factores.

- H1: Saldo de la Balanza de Pagos del sector hidrocarburífero crece un 5%.
- H2: Aumento de la Balanza de producción de crudo en un 5%.
- H3: Aumento de las existencias de petróleo permitiendo, que las ventas spot tengan mayores existencias para negociar
- H4: Aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada.

2.3.1. Recolección de datos

En la recolección de información para realizar la evaluación del ensayo prospectivo, se procedió a realizar una encuesta, tomando como base el modelo de encuesta propuesto por la Universidad de Externado.

Se realizaron modificaciones a la escala de evaluación, al utilizar la escala “Likers” para la selección por parte de los encuestados, cambio que se realizó luego de una sesión de encuestas previa, a un grupo pequeño de profesionales (8), de las ramas de ingeniería en petróleos e industrial, académicos en el área de economía, y gerentes en la industria, para proporcionar facilidad en la respuesta de los participantes, según las preguntas realizadas.

¿Cual son las metas del Sector Hidrocarburifero Ecuatoriano para el 2022?

Agradecemos su aceptación en la participación de esta encuesta. El objetivo de este formulario busca obtener información sobre el posible desarrollo futuro del sector de hidrocarburos del Ecuador, en base al conocimiento y experiencia de los encuestados.

Nombre y Apellido *

Texto de respuesta larga

Profesión *

Texto de respuesta larga

Años de Experiencia en la Industria / Academia *

Texto de respuesta corta

Después de la sección 1 ir a la siguiente sección

Gráfica 2.2.3 Área de trabajo de encuestas de Google Form

Se realizó ajustes en el contenido y presentación de la encuesta, en base a las sugerencias realizadas por personal de investigadores de los Centros de Investigación Económicas (CIE) de la ESPOL, luego de una segunda ronda de simulación de aplicación para ajustar la herramienta. Se realiza la edición de la encuesta por medio de plantillas generadas en el editor de Google Form.

Las preguntas que se les realizo a los encuestados fueron:

- E1. En el primer quimestre de 2018, en el Ecuador, el saldo de la Balanza Comercial petrolera (Exportaciones-Importaciones) fue de 1837 millones de dólares FOB, en 2019 el saldo fue de 1899.3 millones de dólares FOB, existiendo un aumento del 3.28% de un periodo a otro. Para 2020, el saldo del 1er quimestre es de 630.6 millones de dólares FOB. Frente a este escenario ¿Qué tan probable es que para el 2022, el saldo en la Balanza Comercial del sector en el primer quimestre sea 5% mayor que la del año 2019?
- E2: En el 2018 Ecuador produjo alrededor de 188'815,941 bbl de crudo y en 2019 se produjo 193'859,823 bbl de crudo, existiendo un aumento del 2.60% de un periodo a otro. Para 2020, en el primer quimestre se registró una producción de 65'582,669 bbl de crudo, según este escenario ¿Qué tan probable es que para el 2022 la balanza de producción de crudo aumente en un 5% con respecto a la del 2019?

- E3. Actualmente se está utilizando una parte de las reservas producidas para pago de deuda con los bancos y petroleras extranjeras, por los prestamos adquiridos en 2016 y 2017. En 2020, PETROECUADOR EP renegoció con sus acreedores, la liberación de 50 millones de barriles, para ser puesto en el mercado bajo la modalidad de venta spot, según este escenario ¿Qué tan probable es que PETROECUADOR EP para el año 2022, con un comportamiento similar a los precios WTI del 2019, opte por incursionar en un mayor número de transacciones comerciales en el mercado de venta spot?
- E4. En 2019 se produjo 21,58 Mbbl de derivados y hasta mayo del 2020 se ha producido 5,46 Mbbl de derivados. Actualmente, está en concurso la concesión de la administración de la refinería Esmeraldas, con la condición de que PETROECUADOR EP será la encargada de la parte operativa; según este escenario ¿Qué tan probable es que para el 2022 el proyecto de inversión público/privada en las refinerías, aumente la capacidad de producción de derivados para exportación, en comparación con el 2019?

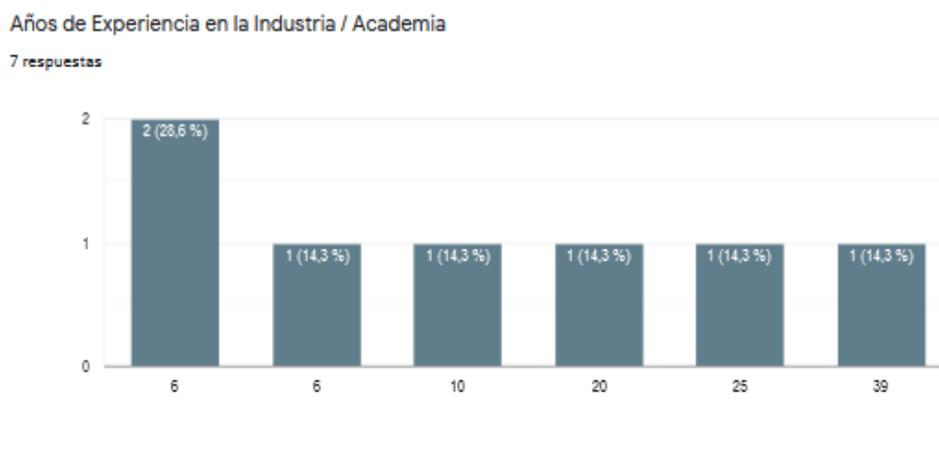
Además de ocho preguntas adicionales que, contrastaba hipótesis, detallando que en los enunciados se requería que se indique cual es la probabilidad que ocurra el evento Ey (Eventos mencionados en la columna de la izquierda), si sucede o no el evento Ex (evento mencionado al principio de cada pregunta). Solicitando para cada opción establecer una probabilidad.

2.3.2. Perfil de los encuestados

Para realizar el cotejo de información, por medio de un cuestionario se seleccionó a un grupo de personas con el siguiente perfil:

- Profesionales de empresas privadas y publica del sector hidrocarburífero, académicos e investigadores de instituciones educativas de nivel superior, avaladas por el SENECYT, cono conocimiento de economía petrolera y comportamiento de mercados nacionales e internacionales.
- Personal de gestión con 5 o 10 años de experiencia en el sector hidrocarburífero y de energía.
- Haber ejercido en la industria, gerentes de proyectos hidrocarburífero y /o líderes de proyecto junto responsables de toma de decisiones.

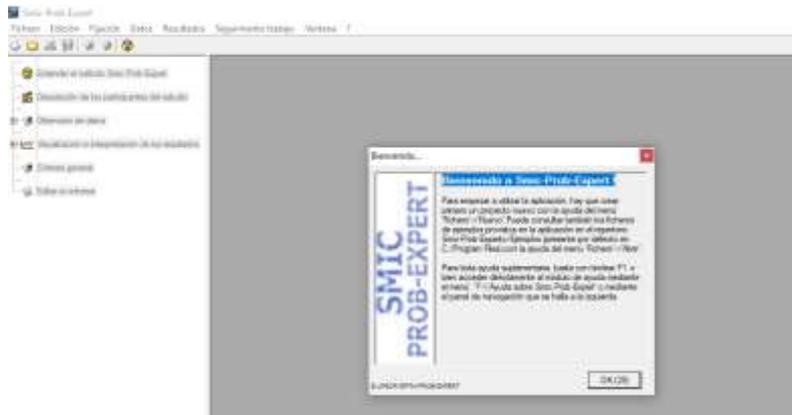
- Académicos y/o investigadores en economía petrolera y comportamiento de mercado.
- Personal de empresas privadas y pública del sector hidrocarburífero, académicos e investigadores de instituciones educativas de nivel superior, avaladas por el SENECYT.



Gráfica 2.2.4 Años de experiencia en el sector petrolero de los encuestados

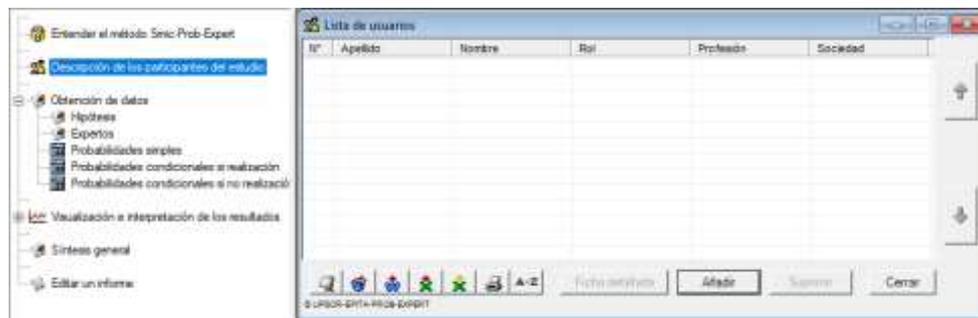
2.3.3. SMIC-PROB-EXPERT

El programa Smic-Prob-Expert fue desarrollado por el Instituto de Innovación Informática para la Empresa 3IE por encargo de LIPSOR, ha sido usado en estudio prospectivos en otras investigaciones para conocer los diferentes escenarios que puedan enfrentar industrias como el turismo (Cornejo-Ortega et al., 2019), desarrollo de esquemas de distribución de terrenos (Jahanishakib et al., 2018), políticas estratégicas en el crecimiento, desarrollo y regulación de sectores estratégicos nacionales (Megawanto et al., 2019).

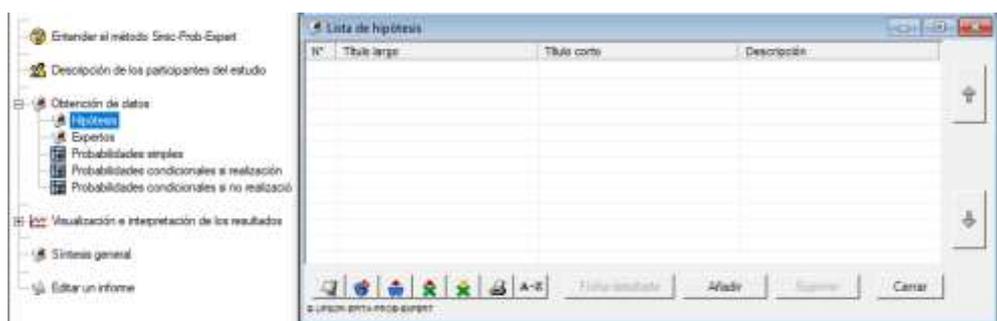


Gráfica 2.2.5 Área de trabajo en SMIC-PROB-EXPERT

Iniciando un nuevo proyecto, se procederá a describir a los expertos, las hipótesis. El programa facilita la opción de exportar la data desde archivos Excel.

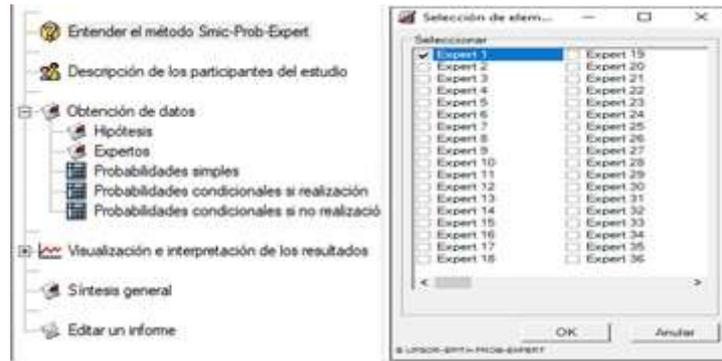


Gráfica 2.2.6 Ventana de entrada de datos de expertos



Gráfica 2.2.7 Ventana de entrada de las n hipótesis.

Se ingresa la data obtenida del procesamiento de la información de las encuestas realizadas a los expertos. Estos valores se ingresan para cada experto, siendo entre probabilidades simples, probabilidades condicionadas de ocurrencia o de no ocurrencia. Estos datos también pueden ser exportados por medio de un archivo Excel.



Gráfica 2.2.8 Área de contrastación de las hipótesis por expertos

Finalmente, el programa entrega escenarios probables en función de las respuestas de los expertos, indicando el orden y la probabilidad de ocurrencia del escenario según esos eventos, matriz de dependencia e independencia entre las variables.

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Los datos utilizados para esta sección comprenden aquellos de fuentes primarias, como las siguientes entidades: Banco Central del Ecuador (BCE), Empresa Pública Petrolera del Ecuador (EP PETROECUADOR), EP PETROAMAZONAS, Ministerio de Energía y Recursos No Renovables (MERNR), Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH) y datos de fuentes secundarias (libro de estudio del precio y producción de petróleo en Ecuador), información de notas investigativas de diarios nacionales (El Universo, El Comercio, Diario Expreso), conferencias de SPE Capítulo Ecuador dictadas entre los meses de Marzo a Mayo del 2020, entre otros.

3.1. Análisis del efecto de los contratos de concesión de campos

3.1.1. Análisis del efecto de los contratos de Prestación de Servicios durante el período 2018 – 2020

Los resultados obtenidos bajo el análisis de este tipo de contrato se detallan a continuación:

Tabla 3.1 Análisis de los contratos de Prestación de Servicios. (BCE)

Prestación de Servicios					
Período	Barriles EXPORTADOS	Tarifa pagada por barril producido	Precio Referencial de petróleo	Margen de Ganancia por venta de barril bajo modalidad de P.S.	Ganancia por exportación
	BBL	\$ USD	\$ USD	\$USD	\$ USD
Enero-2018	1.562.069,44	59,34	60,50	1,16	1.815.776,27
Febrero-2018	1.600.187,06	55,71	58,03	2,32	3.711.562,38
Marzo-2018	1.382.033,47	55,46	57,23	1,77	2.453.068,89
Abril-2018	1.971.008,13	57,28	61,10	3,83	7.539.262,71
Mayo-2018	1.397.460,47	61,87	63,75	1,88	2.621.532,90
Junio-2018	1.622.615,86	59,91	62,25	2,34	3.799.766,12
Julio-2018	1.500.833,41	65,96	67,33	1,37	2.056.531,50
Agosto-2018	2.011.652,18	58,89	61,63	2,74	5.511.144,15
Septiembre-2018	1.593.297,04	63,46	66,76	3,30	5.265.416,07
Octubre-2018	1.699.005,58	66,22	68,61	2,40	4.074.158,13
Noviembre-2018	1.700.798,51	54,78	55,28	0,50	846.339,77
Diciembre-2018	1.583.698,17	44,32	46,90	2,57	4.073.441,25

Tabla 3.1. Análisis de los contratos de Prestación de Servicios. (Continuación)

Prestación de Servicios					
Período	Barriles EXPORTADOS	Tarifa pagada por barril producido	Precio Referencial de petróleo	Margen de Ganancia por venta de barril bajo modalidad de P.S.	Ganancia por exportación
	BBL	\$ USD	\$ USD	\$ USD	\$ USD
Enero-2019	1.972.567,55	46,69	48,90	2,21	4.369.136,40
Febrero-2019	1.579.504,25	51,53	54,05	2,52	3.985.301,28
Marzo-2019	1.595.165,27	56,71	58,54	1,82	2.906.318,06
Abril-2019	1.333.462,40	62,73	64,98	2,26	3.007.654,03
Mayo-2019	1.805.257,22	58,14	60,84	2,70	4.878.218,88
Junio-2019	1.379.133,10	53,21	55,34	2,13	2.934.456,02
Julio-2019	1.748.848,81	55,59	57,51	1,92	3.361.368,40
Agosto-2019	1.311.626,27	52,85	54,15	1,30	1.709.057,18
Septiembre-2019	1.852.624,11	51,29	54,21	2,92	5.411.313,39
Octubre-2019	1.371.326,68	49,16	50,38	1,22	1.671.586,61
Noviembre-2019	1.775.244,72	48,85	52,63	3,78	6.709.348,79
Diciembre-2019	1.159.228,41	52,32	54,20	1,87	2.172.897,04
Enero-2020	1.348.639,68	47,00	50,99	3,99	5.380.564,57
Febrero-2020	1.315.350,60	40,85	44,60	3,75	4.926.455,63
Marzo-2020	1.713.187,43	21,40	23,17	1,77	3.037.659,22
Abril-2020	359.708,18	16,72	14,04	-2,68	-963.223,30
Mayo-2020	1.459.718,00	19,87	25,37	5,49	8.020.520,88
Junio-2020	2.238.286,11	32,65	34,54	1,90	4.242.659,74

Elaborado por: Mildred Apolinario y Byron Manzo

La Tabla 3.1 muestra un estimado de las ganancias que el estado percibe por la exportación del crudo producido por las compañías privadas bajo la modalidad del contrato de prestación de servicios. Debido a que el valor de la tarifa promedio que el estado paga a las contratistas es muy cercano al precio al cual el estado lo exporta, las ganancias percibidas por el estado se encuentran en valores menores a los \$6.00 por barril.

Además, se aprecia que la tarifa a pagar por barril varía de manera proporcional al precio referencial del barril de petróleo, por lo que, pese a que el precio del barril de petróleo se eleve, esto no representa un aumento tan significativo de las ganancias por exportación.

Durante el mes de abril del 2020, debido a la pandemia del COVID-19, el precio del barril de petróleo cayó, alcanzando un valor de \$14.04, y en dicho mes la tarifa a pagar fue de \$16.72 por barril producido, creando así un déficit en el

margen de ganancias por barril vendido de \$-2.68, lo que hubiese causado pérdidas mayores para el estado de no haber ocurrido la ruptura de la tubería SOTE, que trajo como consecuencia una reducción en la producción de crudo y por ende una reducción en el volumen de petróleo exportado, por lo que las pérdidas económicas registradas ese mes ascendieron a un monto de \$963.223,30.

Sin embargo, durante el mes de mayo el precio de venta del crudo ecuatoriano fue de \$25,37 mientras que la tarifa a pagar fue de \$19,87 por lo que el Estado ganó durante ese mes un promedio de \$5,49 por cada barril de petróleo exportado recuperándose así por el déficit que tuvo en el mes de abril.

3.1.2. Análisis del efecto de los contratos de Participación durante el período 2018 - 2020

La tabla 3.2 muestra a detalle el comportamiento de los contratos de participación con base en el precio del petróleo se observa que la variación del porcentaje de participación es directamente proporcional a la variación del precio del barril de petróleo, entendiéndose que, cuando el precio del barril de petróleo muestra un comportamiento de incremento, entonces el porcentaje de participación del Estado también presentara dicho comportamiento.

Sin embargo, bajo este enfoque, en el año 2018 las ganancias económicas obtenidas por las contratistas fueron superiores a las obtenidas por el Estado, por lo que durante el año 2019 se aplicó el ajuste soberano con el fin de incrementar los beneficios para el Estado (una tabla más detallada se encuentra en el Anexo 1), es por esto por lo que durante el 2019 las ganancias obtenidas por el Estado debido a la exportación del crudo producido alcanzaron valores mensuales superiores a los 40 millones de dólares.

Puesto que, durante este año, las ganancias obtenidas por el Estado fueron superiores a las obtenidas por las contratistas, el factor de ajuste soberano no se aplicó durante el 2020.

Tabla 3.2 Análisis de los beneficios económicos de los contratos de Participación. (BCE)

Modalidad de Contrato de Participación											
Período	Barriles EXPORTADOS	Precio Referencial de petróleo	Participación sin el factor de Ajuste Soberano				Participación con factor de Ajuste Soberano				
			% de Participación de la Contratista (X)	Ganancias para la Contratista por Exportación	Participación del Estado (PE)	Ganancias por Exportación	Ajuste Soberano (AS)	% de Participación de la Contratista (X)	Ganancias para la Contratista por Exportación	Participación del Estado (PE)	Ganancias por Exportación
			%	\$ USD	Barriles	\$ USD	%	%	\$ USD	Barriles	\$ USD
Enero-2018	1.562.069,44	60,50	71,400	47.414.860,96	446.749,19	27.029.366,21	0	71,400	47.414.861	446.749	27.029.366
Febrero-2018	1.600.187,06	58,03	72,708	46.579.318,00	436.730,08	25.341.382,19		72,708	46.579.318	436.730	25.341.382
Marzo-2018	1.382.033,47	57,23	73,125	39.660.157,50	371.414,73	21.257.343,23		73,125	39.660.158	371.415	21.257.343
Abril-2018	1.971.008,13	61,10	71,082	60.405.193,99	569.970,50	34.827.826,26		71,082	60.405.194	569.970	34.827.826
Mayo-2018	1.397.460,47	63,75	69,688	44.560.418,49	423.599,14	27.002.933,49		69,688	44.560.418	423.599	27.002.933
Junio-2018	1.622.615,86	62,25	70,477	50.616.733,30	479.052,24	29.822.094,02		70,477	50.616.733	479.052	29.822.094
Enero-2019	1.972.567,55	48,90	77,522	47.364.586,90	443.399,14	21.684.027,85	36,79	40,729	24.884.670	1.169.165	57.176.919
Febrero-2019	1.579.504,25	54,05	74,804	42.681.319,21	397.977,03	21.512.192,88		38,011	21.688.088	979.123	52.925.370
Marzo-2019	1.595.165,27	58,54	72,438	46.920.859,98	439.663,51	25.736.354,81		35,645	23.088.589	1.026.572	60.091.887
Abril-2019	1.333.462,40	64,98	69,035	43.315.692,52	412.910,29	26.832.577,54		32,242	20.230.046	903.530	58.715.039
Mayo-2019	1.805.257,22	60,84	71,222	55.171.204,40	519.519,26	31.607.627,80		34,429	26.669.983	1.183.726	72.018.082
Junio-2019	1.379.133,10	55,34	74,124	38.245.331,51	356.870,50	19.750.081,84		37,331	19.261.384	864.294	47.832.133
Enero-2020	1.348.639,68	50,99	76,421	28.847.558,24	317.998,05	16.214.689,17	0	76,421	28.847.558	317.998	16.214.689
Febrero-2020	1.315.350,60	44,60	79,794	22.669.889,08	265.782,15	11.853.683,95		79,794	22.669.889	265.782	11.853.684
Marzo-2020	1.713.187,43	23,17	87,500	254.830,02	214.148,43	4.961.818,15		87,500	254.830	214.148	4.961.818
Abril-2020	359.708,18	14,04	87,500	-2.820.922,35	44.963,52	631.172,11		87,500	-2.820.922	44.964	631.172
Mayo-2020	1.459.718,00	25,37	87,500	3.025.826,79	182.464,75	4.628.950,22		87,500	3.025.827	182.465	4.628.950
Junio-2020	2.238.286,11	34,54	85,101	21.987.337,37	333.471,33	11.519.110,62		85,101	21.987.337	333.471	11.519.111

Elaborado por: Mildred Apolinario y Byron Manzo

3.1.3. Comparación entre ambas modalidades de contrato.

En base a los resultados mostrados en la tabla 3.3 se observa que las ganancias generadas al estado bajo la modalidad de contrato de Participación son alrededor de 600% mayores que las obtenidas bajo el modelo de contrato de Prestación de Servicios. Sin embargo, bajo este método de comparación, en el mes de mayo del 2020 observamos que las ganancias obtenidas bajo la modalidad de Prestación de Servicios superaron en casi un 200 % las obtenidas bajo el modelo de Participación, la razón de ello se debió principalmente a que el margen de ganancias para el estado por barril producido fue de \$ 5.49 USD, el mayor de todo el periodo de estudio.

Sumando a eso, el precio referencial del barril de petróleo se situaba por debajo de los \$ 30.00 USD lo que bajo el modelo del contrato de Participación significaba que el porcentaje de participación del Estado solo sería de un 25 % de la producción de crudo, por lo que, el bajo precio del barril de petróleo y el bajo porcentaje de participación del Estado resultó en pocas ganancias bajo el modelo de contrato de participación, mientras que la baja tarifa que el Estado pagó por barril producido a las compañías privadas, benefició en gran manera al modelo de contrato por prestación de servicios.

Tabla 3.3 Comparación de beneficios entre los contratos bajo la modalidad de Participación y Prestación de Servicios (BCE)

Período	Barriles EXPORTADOS	Precio Referencial de petróleo	Prestación de Servicios	Participación sin Ajuste Soberano	Participación con Ajuste Soberano
		\$ USD	\$ USD	\$ USD	\$ USD
Enero-2018	1.562.069,44	60,50	1.815.776,27	27.029.366,21	27.029.366,21
Febrero-2018	1.600.187,06	58,03	3.711.562,38	25.341.382,19	25.341.382,19
Marzo-2018	1.382.033,47	57,23	2.453.068,89	21.257.343,23	21.257.343,23
Abril-2018	1.971.008,13	61,10	7.539.262,71	34.827.826,26	34.827.826,26
Mayo-2018	1.397.460,47	63,75	2.621.532,90	27.002.933,49	27.002.933,49
Junio-2018	1.622.615,86	62,25	3.799.766,12	29.822.094,02	29.822.094,02
Julio-2018	1.500.833,41	67,33	2.056.531,50	32.546.243,06	32.546.243,06
Agosto-2018	2.011.652,18	61,63	5.511.144,15	36.194.946,39	36.194.946,39
Septiembre-2018	1.593.297,04	66,76	5.265.416,07	33.938.219,65	33.938.219,65
Octubre-2018	1.699.005,58	68,61	4.074.158,13	38.332.217,11	38.332.217,11
Noviembre-2018	1.700.798,51	55,28	846.339,77	24.299.573,41	24.299.573,41
Diciembre-2018	1.583.698,17	46,90	4.073.441,25	15.907.060,33	15.907.060,33

Elaborado por: Byron Manzo y Mildred Apolinario

Tabla 3.3 Comparación de beneficios entre los contratos bajo la modalidad de Participación y Prestación de Servicios (Continuación)

Período	Barriles EXPORTADOS	Precio Referencial de petróleo	Prestación de Servicios	Participación sin Ajuste Soberano	Participación con Ajuste Soberano
		\$ USD	\$ USD	\$ USD	\$ USD
Enero-2019	1.972.567,55	48,90	4.369.136,40	21.684.027,85	57.176.919,11
Febrero-2019	1.579.504,25	54,05	3.985.301,28	21.512.192,88	52.925.370,23
Marzo-2019	1.595.165,27	58,54	2.906.318,06	25.736.354,81	60.091.887,17
Abril-2019	1.333.462,40	64,98	3.007.654,03	26.832.577,54	58.715.039,21
Mayo-2019	1.805.257,22	60,84	4.878.218,88	31.607.627,80	72.018.081,80
Junio-2019	1.379.133,10	55,34	2.934.456,02	19.750.081,84	47.832.132,64
Julio-2019	1.748.848,81	57,51	3.361.368,40	27.174.871,65	64.178.989,53
Agosto-2019	1.311.626,27	54,15	1.709.057,18	17.933.991,05	44.067.629,36
Septiembre-2019	1.852.624,11	54,21	5.411.313,39	25.392.332,86	62.346.963,38
Octubre-2019	1.371.326,68	50,38	1.671.586,61	16.067.172,76	41.485.967,97
Noviembre-2019	1.775.244,72	52,63	6.709.348,79	22.842.288,86	57.220.610,67
Diciembre-2019	1.159.228,41	54,20	2.172.897,04	15.878.766,49	38.995.425,73
Enero-2020	1.348.639,68	50,99	5.380.564,57	16.214.689,17	16.214.689,17
Febrero-2020	1.315.350,60	44,60	4.926.455,63	11.853.683,95	11.853.683,95
Marzo-2020	1.713.187,43	23,17	3.037.659,22	4.961.818,15	4.961.818,15
Abril-2020	359.708,18	14,04	-963.223,30	631.172,11	631.172,11
Mayo-2020	1.459.718,00	25,37	8.020.520,88	4.628.950,22	4.628.950,22
Junio-2020	2.238.286,11	34,54	4.242.659,74	11.519.110,62	11.519.110,62

Elaborado por: Byron Manzo y Mildred Apolinario

Discusión:

El objetivo de los resultados obtenidos fue el de poder determinar el tipo de contrato que en base a las variaciones de los precios de petróleo representa mayor beneficio al estado ecuatoriano. En base a lo expuesto podemos indicar que mientras la tarifa que el estado paga a las compañías privadas bajo la modalidad de contrato por Prestación de Servicios se acerque más al precio referencial de venta del crudo ecuatoriano, no es conveniente para el estado ecuatoriano, puesto que las ganancias recibidas son pocas en comparación a las que se obtendría bajo una modalidad de contrato por Participación.

Sin embargo, cuando el precio del barril de petróleo se encuentra por debajo de los 30,00 USD el modelo de contrato de Participación resulta poco benéfico, puesto que el porcentaje de participación del estado se reduce al mínimo (25%) y con un bajo precio de venta, las ganancias son muy limitadas.

3.1.4. Limitaciones del método

La limitante más importante de este método radicó en la falta de datos para el análisis de los contratos de participación, en específico, los datos de producción de barriles de petróleo y grado API del crudo producido por campo petrolero, por lo que se plantea un análisis más particular de dichos factores a fin de ser más exactos con los resultados.

3.2. Análisis Económico de Indicadores Macroeconómicos

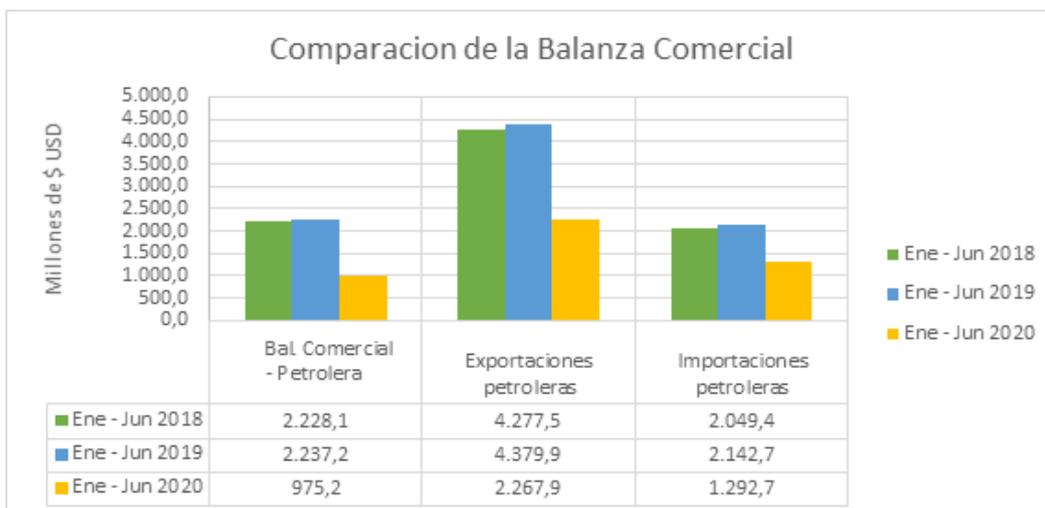
El análisis que se presenta a continuación se caracterizó de un estudio comparativo de los 2 primeros trimestres entre los años 2018, 2019 y 2020, así como, de un estudio secuencial partiendo desde enero del año 2018 hasta junio del 2020. Dicha información ha sido recopilada de diversas fuentes como el Banco Central del Ecuador, Petroamazonas, la Agencia Reguladora de Hidrocarburos, la Secretaria de Hidrocarburos entre otras, por ende, nos hemos enfocado en ciertos indicadores claves que ilustran el comportamiento del sector petrolero, estos son:

- La balanza comercial petrolera
- Producción mensual
- Volumen de crudo transportado mensualmente
- Producción de Derivados
- VAB trimestral del sector Petrolero
- PIB trimestral
- Precio del crudo
- Volumen de importaciones de derivados de petróleo

3.2.1. Balanza Comercial

Entre el año 2018 y 2019 se observa que la tendencia indicaba un aumento en todos sus componentes, por lo que se podría asumir que en caso de no ocurrencia de los eventos del COVID-19 y daño del SOTE en este año dichos componentes hubieran incrementado sus valores respectivamente. Sin embargo, debido a los eventos ya mencionados se observa que en relación con el 2019 las exportaciones petroleras disminuyeron en un 48.2% equivalentes a una pérdida de 2111.95 MMUSD en ingresos al estado, a su vez las

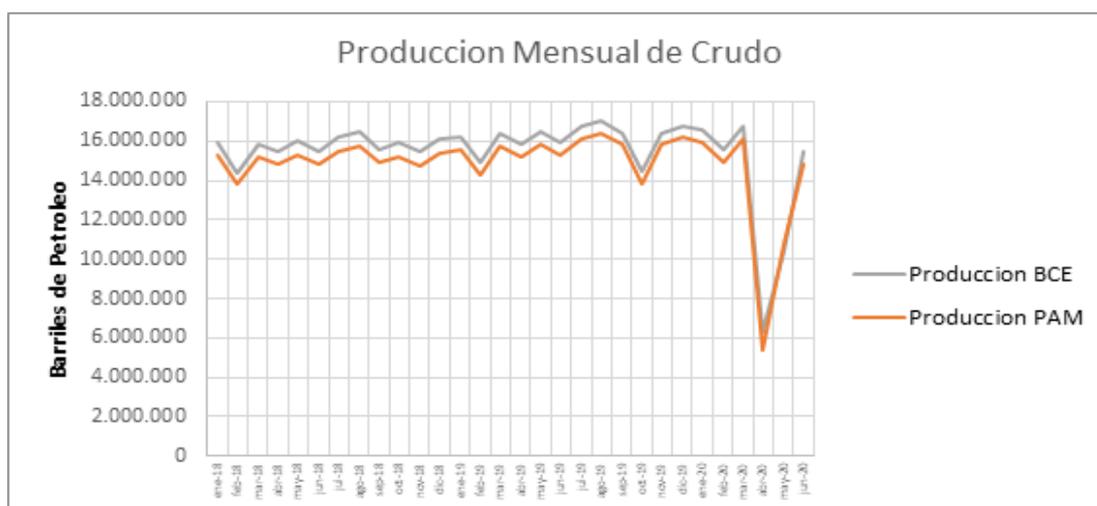
importaciones petroleras disminuyeron en un 39.7% ahorrándole al estado un equivalente a 849.96 MMUSD, por lo que la balanza comercial petrolera total decreció un 56.4%, lo que significó una pérdida para el estado de 1261.99 MMUSD con respecto al año anterior.



Gráfica 3.3.1 Comportamiento de la Balanza Comercial

3.2.2. Producción de Crudo

Existe una variación entre la producción que reporta PETROAMAZONAS y el BCE, esto se debe principalmente al consumo interno requerido para poder realizar las operaciones con regularidad.



Gráfica 3.3.2 Comportamiento de la producción de crudo de 2018 a 2020

En cuanto a la producción mensual de petróleo en el periodo de 2018 a 2020 existe una caída significativa de la producción en el mes de febrero tanto

del 2018 como 2019, eso se debe a que en esos años el mes de febrero es más corto que los demás meses del año. Sin embargo, en febrero del 2020 existió una menor caída de la producción debido a que este año, el mes de febrero tuvo 29 días, lo que permitió añadir producción al total mensual. Esto se puede comprobar tomando como referencia la producción diaria promedio que se muestra a continuación, la misma que muestra como la producción diaria en los meses de febrero es similar a la de enero y marzo.

Sin embargo, en el mes Octubre del 2019 tanto la producción mensual como diaria promedio cayó debido a las manifestaciones sociales ocurridas en ese mes debido a la aplicación del decreto ejecutivo 883 dando como resultado que varios movimientos indígenas obstruyeran las operaciones petroleras en ciertos bloques y campos causando el cierre de varios pozos por varios días., representando una pérdida de 1,7 millones de dólares, según lo reportado por la Secretaria de Comunicación.

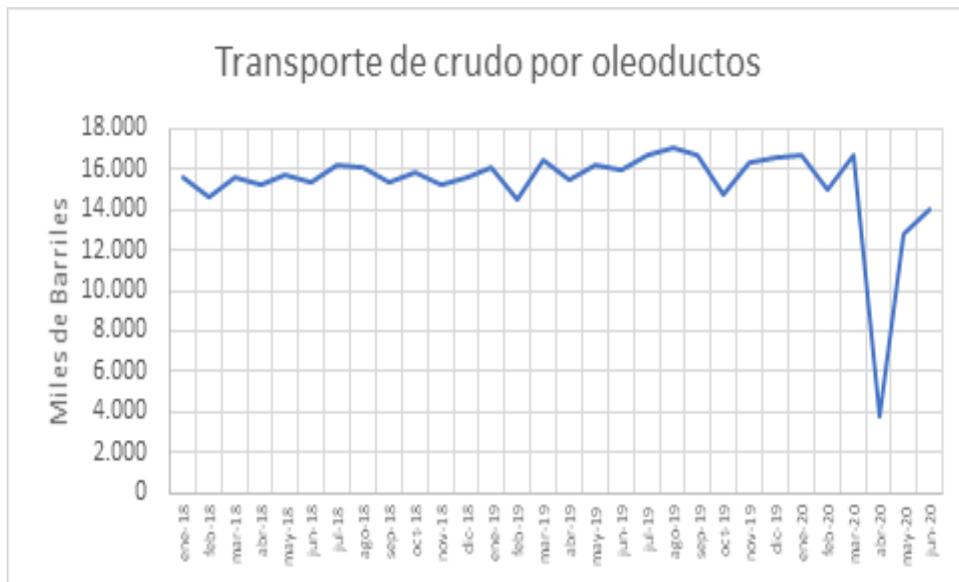
En el mes de Abril del 2020 debido al hundimiento de tierra ocurrido en la región oriente parte de la tubería que transporta crudo desde el oriente hasta Esmeraldas conocido como SOTE se destruyó causando así el estado de emergencia y el cierre de pozos hasta que culminaran las reparaciones de la tubería, esto representó grandes pérdidas para el país, llegando a tener una producción de crudo aproximada de 5.4 millones de barriles disminuyendo un 66.5% la producción con respecto al mes de Marzo del 2020, o en otras palabras la producción mensual cayó en 10.46 millones de barriles.

3.2.3. Transporte Mensual de Crudo

El volumen de crudo transportado por los oleoductos SOTE y OCP se ha visto afectado de forma similar a lo explicado en la producción mensual de crudo, es decir que los eventos causantes de las disminuciones en ciertos periodos particulares son los mismos, a saber: Febrero: debido a la menor cantidad de días que posee, octubre 2019: Protestas debido al Decreto ejecutivo 883, Abril: Daño y reparación del SOTE.

El mes de abril el volumen transportado disminuyo un 77.54% respecto al mes de marzo, lo que equivale a una reducción de 12.98 millones de barriles. Sin embargo, al mes de mayo el volumen de crudo transportado alcanzó los

12.84 millones de barriles y en junio alcanzó los 14.042 millones de barriles siendo tan solo un 16% menor al volumen transportado en el mes de marzo.



Gráfica 3.3.3 Comportamiento del transporte de crudo por oleoductos de 2018-2020 (BCE)

3.2.4. Precio del Crudo

En octubre del 2018 se produjo una caída de los precios del petróleo a nivel mundial, debido al aumento en la producción estadounidense, iraní y rusa; esto se desencadenó por la constante puja entre estas naciones tras las declaraciones a inicio del año, por parte de EE. UU. de disminuir a cero las exportaciones de petróleo iraní. EE. UU., Arabia Saudita y Rusia, entonces aumentaron sus producciones, siendo para inicios de octubre EE. UU. el mayor productor mundial de petróleo. EE. UU. también respondió con sanciones a los productos importados desde Arabia Saudita. Las disputas geopolíticas en este año dejó varias incertidumbres del precio de petróleo, afectando a los índices BRENT como WTI.

La grafica 3.4 muestra que, en el Ecuador, en el periodo que seguía siendo parte del bloque de la OPEP, por los acuerdos firmados con este organismo, no podía aumentar su producción, rondando los 522 000 BPD, lo suficiente para su consumo interno y cubrir los compromisos adquiridos con los compradores internacionales.



Gráfica 3.3.4 Comparación del precio WTI con el precio de venta de la Cesta Oriente Napo

3.2.5. Producción e Importación de Derivados

Las variaciones más significativas se dieron durante el 2019 y 2020, en 2019 se realizaron varios mantenimientos a la refinería de Esmeraldas que procesa 110 mil barriles diarios, lo que evitó que esta operara al 100% de su capacidad, debido a esto, durante esos meses la producción de derivados de petróleo disminuyó, esto ocurrió entre los meses de febrero a julio y nuevamente en el mes de octubre, mientras que en el mes de noviembre se realizó mantenimiento a la refinería de Shushufindi teniendo que parar sus operaciones por 48 días. Es debido a estos factores que el volumen de producción de derivados disminuyó y por ende el volumen de importaciones subió a fin de suplir la demanda.

Obsérvese en la gráfica 3.5, en el mes abril del 2020 la producción de derivados disminuyó 4 millones de barriles es decir un 70% respecto al mes de marzo 2020. Esto se debió en gran parte a las medidas para mitigar la propagación del COVID-19 impuestas por el Gobierno, las mismas que entraron en vigor a finales del mes de marzo, entre las que se estipulaba la suspensión de actividades laborales presenciales. Sin embargo, debido a estas medidas el consumo interno de derivados disminuyó en un 42.6% durante el mes de mayo y junio, y debido a la baja del precio del petróleo, lo que a su vez redujo el costo de importación de derivados.



Gráfica 3.3.5 Comparación de la producción interna de derivados vs el volumen de derivados importados

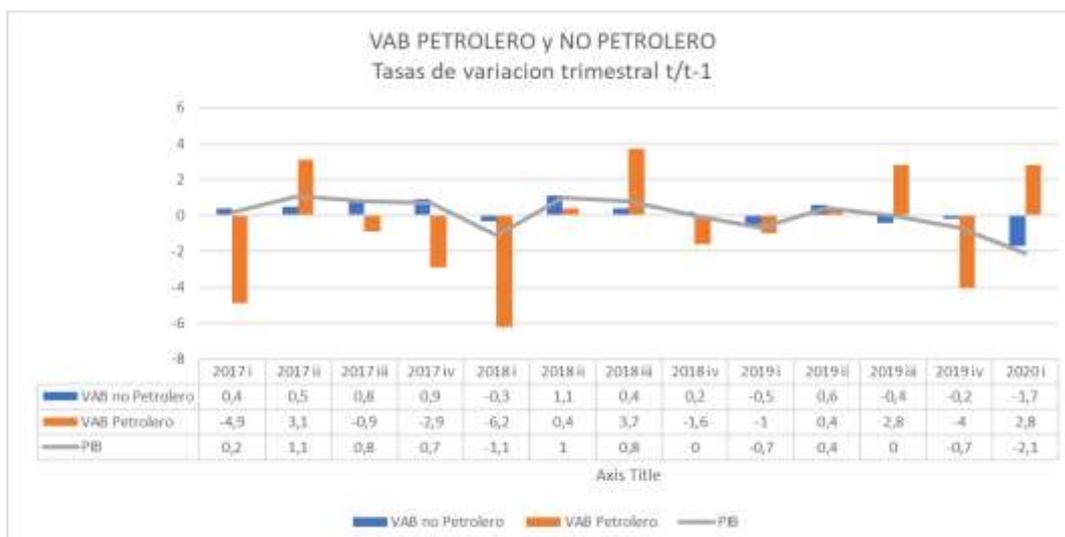
Como se aprecia en la gráfica 3.6, durante el mes de abril, el estado registro ganancias de 16.37 millones de USD entre costo de importación vs venta interna de derivados. Sin embargo, debido a alza en los precios del petróleo al mes de junio del 2020 el estado registro un déficit entre costos de importación e ingresos por venta de 15.47 millones de USD. Al mes de junio del 2020 la producción de derivados aumentó en un estimado de 3.3 millones de barriles.



Gráfica 3.3.6 Comportamiento de las variables que intervienen en la importación de derivados

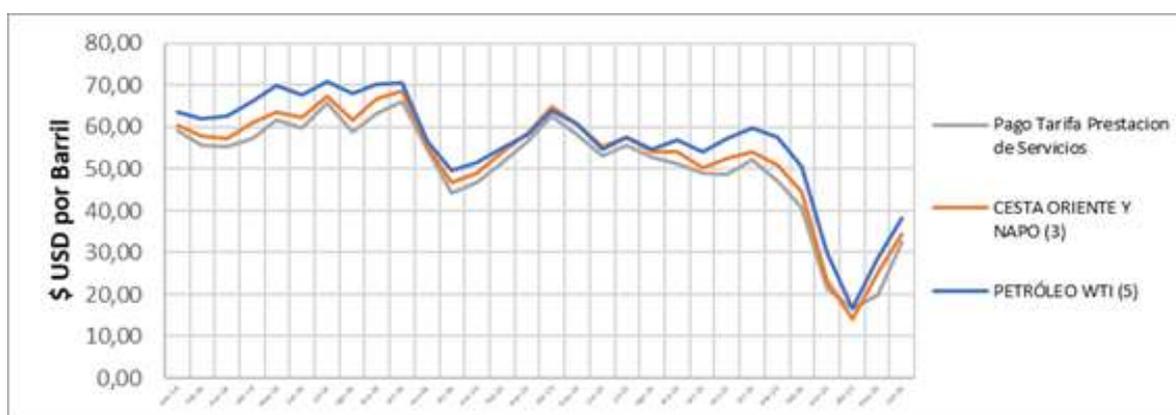
3.2.6. Variación Trimestral del VAB del sector Petrolero y PIB

Los eventos del COVID-19 y el daño del SOTE causaron que en el primer trimestre del 2020 el PIB decreciera en un 2.1% con respecto al último trimestre del 2019. Pese a esto, el valor agregado bruto del sector petrolero aumentó en un 2.8% mientras que el sector no petrolero decreció en un 1.7%, tal como lo muestra la gráfica 3.7



Gráfica 3.3.7 Variación trimestral del valor agregado bruto (VAB) petrolero y no petrolero

De acuerdo con los datos proporcionados por el Banco Central del Ecuador (Gráfica 3.8), la tarifa promedio mensual pagada por barril de petróleo producido se muestra a continuación:

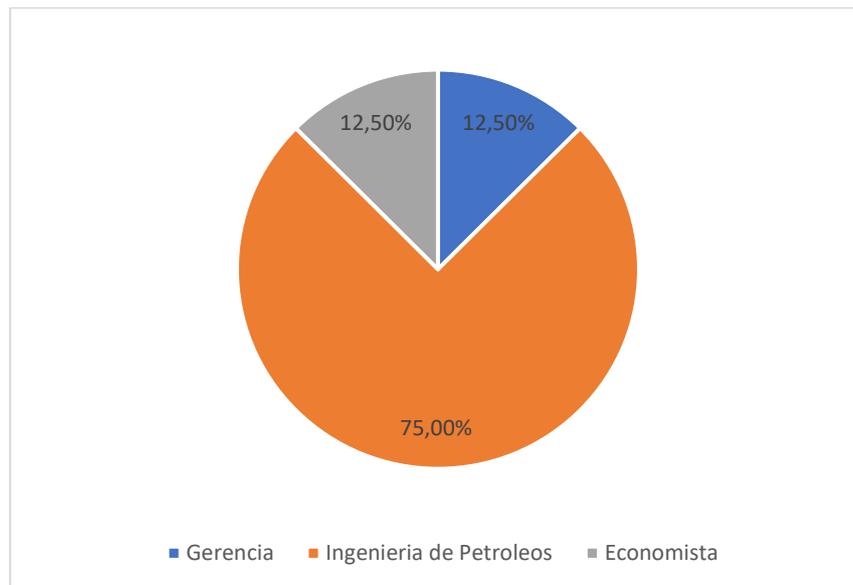


Gráfica 3.3.8 Análisis comparativo de precios desde 2018 a 2020 (BCE)

Mientras que, en el periodo de enero a junio, en 2018 el promedio del pago por barril producido fue de \$58.21, en 2019 fue \$54.42 y en 2020 fue de \$31.05. Además, se puede observar que la tarifa pagada por barril producido desde el 2018 hasta la fecha actual siempre ha sido muy cercano al valor de venta del mismo, lo que genera pocas ganancias al estado, esto debido a los parámetros en cuanto al pago de tarifa que se encuentran estipulados en los contratos.

3.3. Análisis cualitativo de las variables

Se envió a un total 32 posibles encuestados para la realización de la encuesta, entre los perfiles estaban analistas económicos, ingenieros en petróleo, gerentes de campos y de activos petrolero. Se obtuvo ocho (8), encuestas contestadas, que consistieron en seis (6) ingenieros en petróleo, un (1) gerente y un (1) analista económico. Obteniendo un nivel de respuesta del 26,67 por ciento.



Gráfica 3.3.9 Porcentaje de participación de encuestados según profesión

Se estima que este nivel de respuesta podría haberse visto afectado por la disponibilidad de los individuos, o por la consideración personal de los individuos sobre sus conocimientos y criterios a ofrecer para la encuesta. Mejorar el plan de encuesta para un periodo mayor de tiempo es de vital importancia para futuros proyectos; se sugiere de seis (6) meses, para aumentar el nivel de respuesta.

3.3.1. Limitaciones del método

1. Acceso a individuos con la característica del perfil de los encuestados.
2. Bayas cognitivas por parte de los encuestados al tener ideas preconcebidas en base a sus creencias, durante la realización de la encuesta.
3. Límite de participantes reduciendo el porcentaje de confianza y aumento en el error de la veracidad de los cálculos, aunque Godet & Durance (2009) indican que el número propuesto de observaciones depende de la diversidad

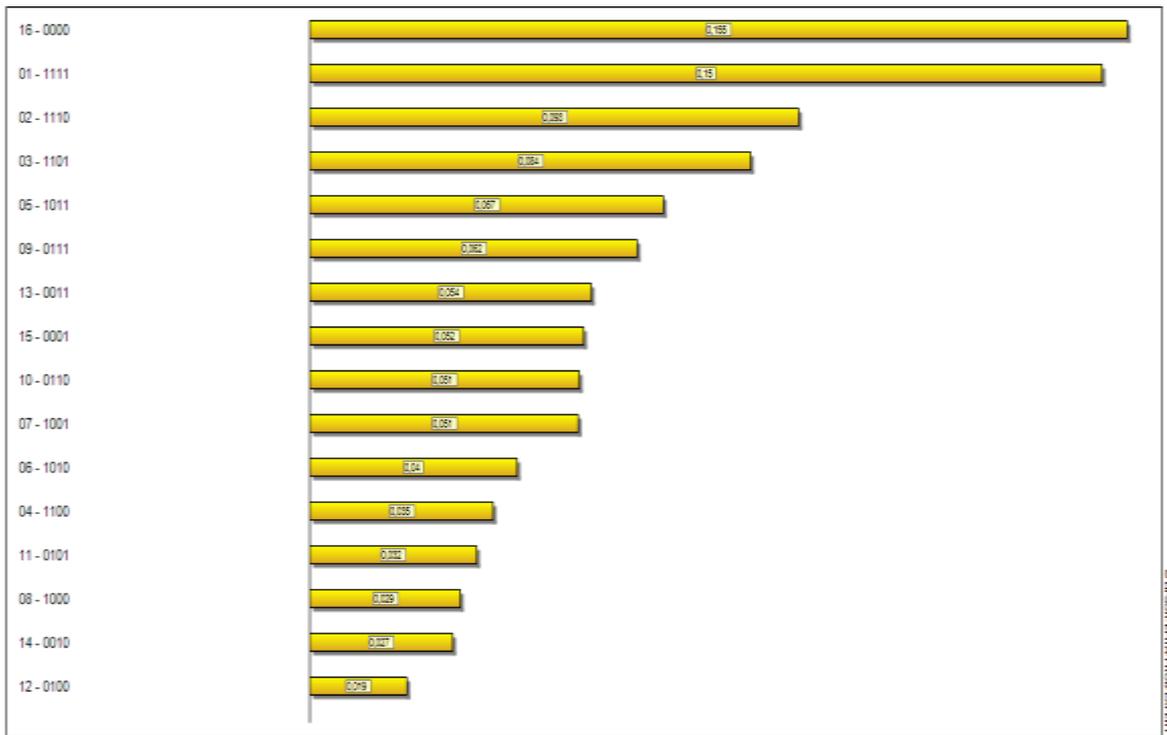
y perfil de los conocimientos de los entrevistado, mientras mejor sea la selección de los entrevistados, añadiendo que los resultados a obtener tenderán a un menor error interpretativo.

4. Se debe de tomar en consideración el mínimo de encuestados que el método nos indica, 30 participantes.

3.4. Probabilidad de escenarios esperados

Pese a las dificultades de obtener un número suficiente de encuestados, se procedió a evaluar los resultados de los encuestados por medio del programa de SMIC PRO-EXPERT, con el fin de obtener las relaciones de dependencia entre las variables.

Se encontró que existe una gran dispersión entre los encuestados sobre sus respuestas a los escenarios posibles. Al dividir a los encuestados según el criterio de su experiencia economistas, ingenieros en petróleo y gerentes, existiendo una mayor dispersión aparente en la segunda probabilidad de escenario más alta (1111) por parte de los grupos de Gerentes y Economistas. En este criterio la diferencia en la cantidad de encuestados por grupo, peso más que los criterios particulares de los individuos, obsérvese gráfica 3.10.



Gráfica 3.3.11 Histograma de probabilidad de los escenarios

Las probabilidades de ocurrencia de los escenarios están acordes con lo expuesto en el diagrama de dispersión, puesto que el número de encuestados es tan reducido, los resultados tienden a tener una mayor dispersión en sus respuestas, por lo cual el método demuestra ser poco aplicable para un número de observaciones menores a 30 individuos.

De igual manera las matrices de impacto individual de ocurrencia tabla 3.4 y no ocurrencia tabla 3.5 entre eventos, muestran un comportamiento similar, siendo la probabilidad de “duda” la respuesta de mayor frecuencia entre los entrevistados.

Tabla 3.4 Probabilidades de realización (SMIC PROEXPERT)

	E1	E2	E3	E4
1 - E1	0,55	0,69	0,64	0,64
2 - E2	0,66	0,53	0,66	0,59
3 - E3	0,64	0,68	0,54	0,60
4 - E4	0,64	0,62	0,61	0,55

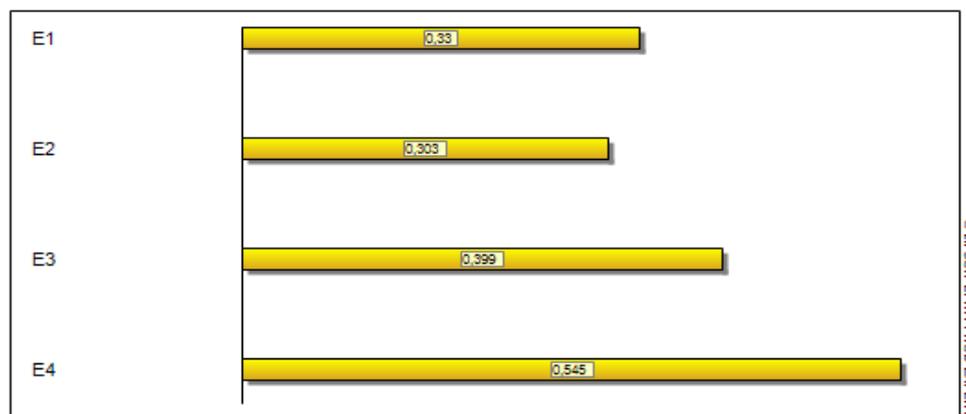
Elaborado por: Byron Manzo y Mildred Apolinario

Tabla 3.5 Probabilidades de no realización (SMIC PROEXPERT)

	E1	E2	E3	E4
1 - E1	0	0,39	0,44	0,44
2 - E2	0,36	0	0,37	0,44
3 - E3	0,43	0,39	0	0,47
4 - E4	0,44	0,47	0,48	0

Elaborado por: Byron Manzo y Mildred Apolinario

Sobre la influencia entre las variables se encontró que la balanza de producción de derivados (gráfica 3.12), esta mayormente influenciada por las condiciones de las otras variables, según la opinión de los expertos. Esta respuesta se puede deber a las limitantes que poseen actualmente las refinerías del país, tanto en tecnología para destilar ciertos combustibles como naftenos de alto octanaje, así como la capacidad de producción para cubrir la demanda interna de combustibles y lubricantes.



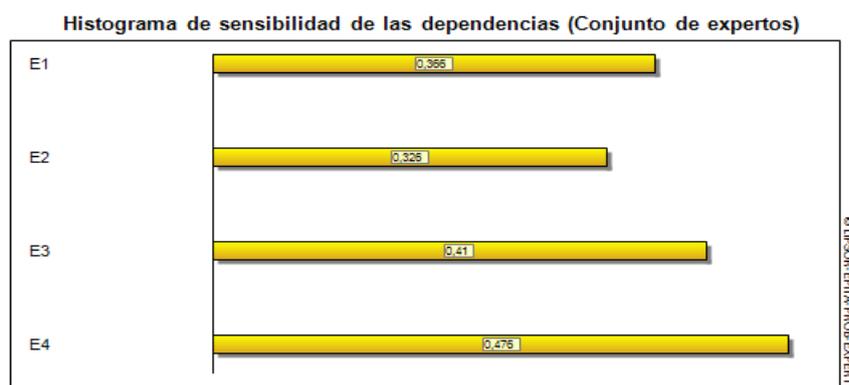
Gráfica 3.3.12 Histograma de sensibilidad de las influencias del conjunto de expertos.

De la gráfica se observa que, según el criterio de los entrevistados, las variables menos independientes están asociadas entre ellas y tenderán a tener un número de interacciones mayor, que, con respecto a la variable más independiente, puesto el número de impactos que tiene junto con las otras variables representa menor cercanía con ellas.

Los resultados con respecto a la dependencia de la variable de venta spot es inconsistente con la realidad observada. Las ventas spots no están condicionadas a las otras variables, sino que está sujeta en la toma de decisión por parte de EP PETROECUADOR de ofertar al mercado

internacional una cantidad de barriles bajo este tipo de contrato de venta, además de tener la particularidad que puede la oferta quedar desierta.

Por su parte el hecho que la balanza de derivados sea la variable de mayor dependencia, nos alerta que está en mayor interacción o está sujeta a los cambios que las variables balanza comercial y balanza de producción, por lo cual estas estarían condicionando al comportamiento futuro de la variable.



Gráfica 3.3.13 Histograma de sensibilidad de las dependencias por conjunto de expertos.

3.4.1. Limitaciones del programa

- El número de participantes mínimo sugerido por los autores es de treinta (30) personas, aumentado la probabilidad de confianza y disminuyendo el porcentaje de error del método.
- La evaluación del error de las medias cuadradas se calcula con corrección gaussiana, al existir una amplia dispersión en las repuestas, ya sea según el tipo de experiencia y diversidad, puede existir error de las respuestas, por lo cual los investigadores deberán realizar un análisis de los resultados, según las observaciones
- Este programa ha sido usado principalmente en estudios cualitativos para sectores políticos, turístico y del sector de servicios. Es un programa mixto de dos métodos: (a) evolución de influencias de variables MICMAC y (b) evaluación de factores de opinión MACTOR.

3.5. Análisis cuantitativo del sector en la pandemia

Para determinar la incidencia de la pandemia por las características del mercado internacional durante el primer semestre del 2020, se analizaron tres variables del estudio a nivel macro de la industria, sin incurrir en partes

particulares de las características operacionales o administrativas de las empresas públicas y privadas del sector.

Debido a las características de los datos que se utilizaron, se determina de antemano la posibilidad de la existencia de ruido en las ecuaciones de tendencia de series de tiempo, debido a que las variables dependen de las fluctuaciones del precio del petróleo, acuerdos de negociación, periodicidad del transporte, tipo de contrato de venta y cantidad de existencias mensuales que dependen del comportamiento de la producción en campo así, como paradas por mantenimiento de los pozos, paradas involuntarias en las refinerías, cambio de equipos, entre otros factores, que no están siendo consideradas en este estudio.

Los datos mensuales en materia de costo presentaron mayor dificultad en ajustar el modelo a la data real; por tal motivo se buscó que las tendencias de los datos ya procesados no presentaran un error superior al diez (10) por ciento del error, con una tolerancia de más o menos uno (1) por ciento de error en la tendencia proyectada.

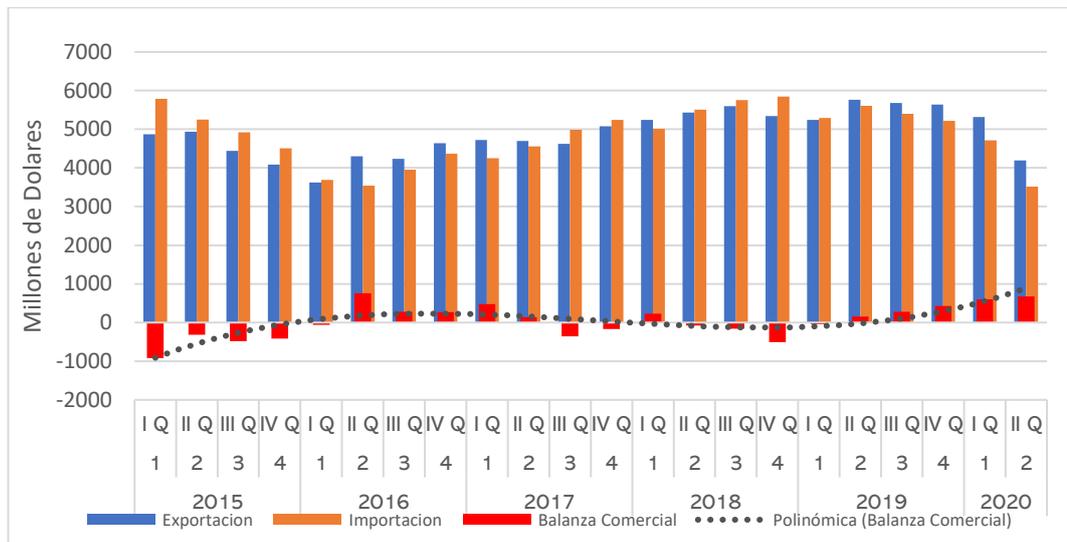
3.5.1. Balanza comercial (BC)

Responde a comportamiento del precio del petróleo, según el precio promedio mensual de venta del barril ecuatoriano, y al comportamiento de la oferta y demanda internacional, siendo el saldo entre las exportaciones e importaciones petroleras en FOB (Free on Board). Si la balanza tiende a ser negativa esto indica déficit en la cuenta, si en lo contrario es positiva se obtiene un superávit.

3.5.1.1. *Análisis comparativo trimestral*

El comportamiento de la balanza comercial, por las exportaciones e importaciones desde enero del 2015 hasta junio del 2020 en un periodo trimestralmente. En la gráfica 3.14., se observa un comportamiento al alza de la balanza comercial desde el segundo quimestre del del 2019, este comportamiento es esperado puesto que coinciden con las medidas adoptadas por el sector a razón de la salida del OPEP a finales de enero de esos años, y este valor tiende al alza hasta el segundo trimestre del 2020. Esto puede indicar

como una incidencia menor del comportamiento del mercado en la balanza de comercial de sector.

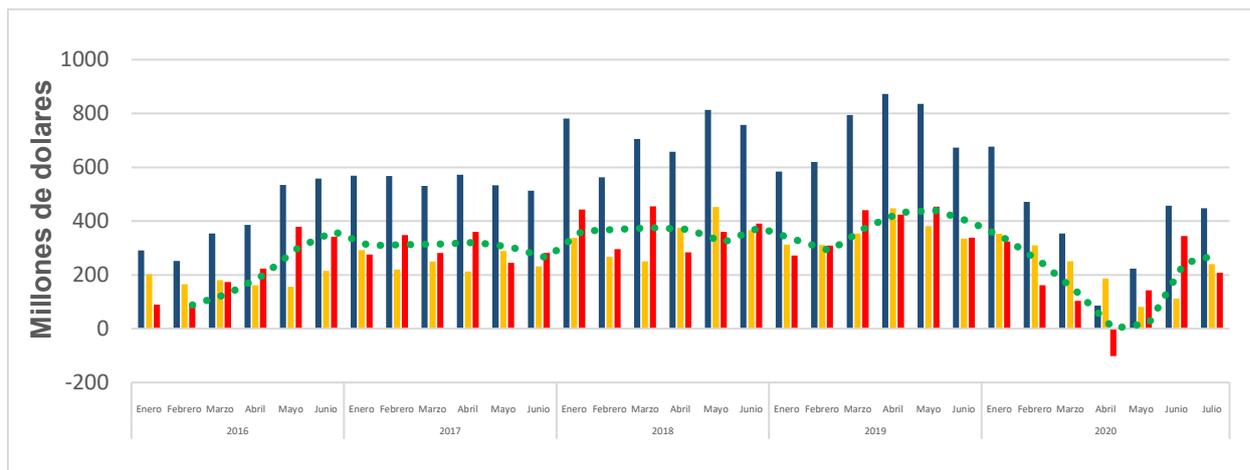


Gráfica 3.3.14 Comportamiento de la trimestral de la balanza comercial

Sin embargo, al analizar el comportamiento de la balanza comercial mensualizado y comparándolo con años anteriores, se observa, una disminución gradual desde febrero, presentándose un déficit en el mes de abril de -1.01 millones de dólares, y recuperándose para el mes de mayo con un superávit para ese mes de 274.45 tendiendo al alza.

De la gráfica 3.15, se observa que el comportamiento mensualizado de la balanza comercial nos plantea que en el primer semestre del 2020 existió un superávit de 975.02 millones de USD, menor en comparación con los primeros semestres de los años 2018 y 2019, donde la balanza comercial en superávit fue de 2,228.1 y 2,237.2 millones dólares respectivamente.

De los resultados se destaca que el país dejó de percibir alrededor de 1,262 millones de dólares con respecto al 2019. Este comportamiento se debe a las restricciones de movilización del transporte aéreo y terrestre, paralización de sectores con alta demanda de movilización de la población, pudiendo inferirse que el déficit del mes de abril en la balanza comercial fue debido al consumo de combustibles utilizados en las distintas industrias de producción de los sectores petroleros y no petroleros.



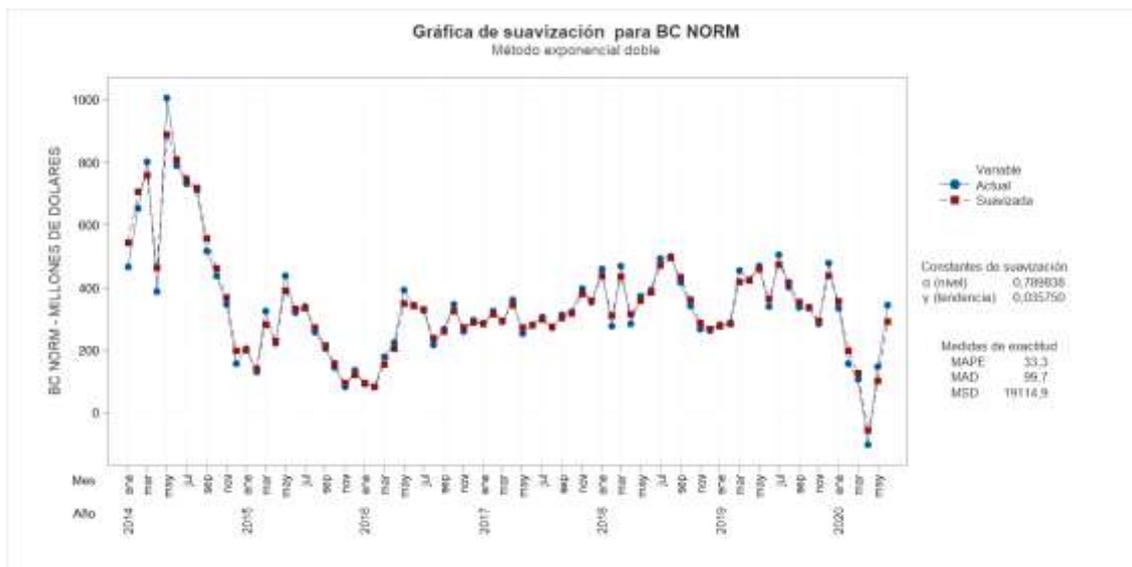
Gráfica 3.3.15 Comportamiento mensualizado de la balanza comercial

Adicional se infiere que en comparación a los años 2018 y 2019, la balanza comercial del 2020 ha tenido un descenso pronunciado en su primer semestre, comparable con la desaceleración del sector en el año 2015, donde la balanza comercial fue de 1,618.7 millones de dólares un 39.7 por ciento menor que la balanza comercial del 2014, para el mismo periodo de análisis.

Escenario Real (BC NORM)

Se plantea que, aunque el OCP, por medio de un baipás logro volver a su funcionamiento, los bloques que pudieron transferir por este oleoducto disminuyeron su capacidad de producción. La falta de demanda interna, propicio la disminución en la cantidad de existencias para ese periodo. Las existencias que no fueron consumidas en el mes de marzo pasaron a ser parte de aquellas previstas para el mes de abril, por lo cual las importaciones disminuyeron.

De la gráfica 3.16 se observa el comportamiento descendente de la balanza comercial en periodos de caída del precio del barril de crudo, siendo los de 2020 y 2014, los de mayor desaceleración, se diferencian por la duración en meses seis y diez meses respectivamente, la balanza comercial del 2020 representó el 25.95 por ciento de la balanza comercial del 2014, representando 1304.09 millones de dólares. Los resultados del modelo generado por el modelo de suavización doble de serie de tiempo se encuentran en el ANEXO 3.



Gráfica 3.3.16 Comportamiento mensual de la balanza comercial desde 2014 a 2020

Partiendo del modelo suavizado al histórico de la balanza comercial, se procedió a realizar la estimación de los valores para descartar la presencia de interferencia de los eventos desde febrero del 2020, los resultados se muestran en la tabla 3.6

Tabla 3.6 Pronósticos para normalización de datos por método de suavización doble.

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
74	352,000	119,900	584,10
75	349,853	34,760	664,95
76	347,706	-56,384	751,80
77	345,559	-150,309	841,43
78	343,412	-245,718	932,54
79	341,265	-342,004	1024,53

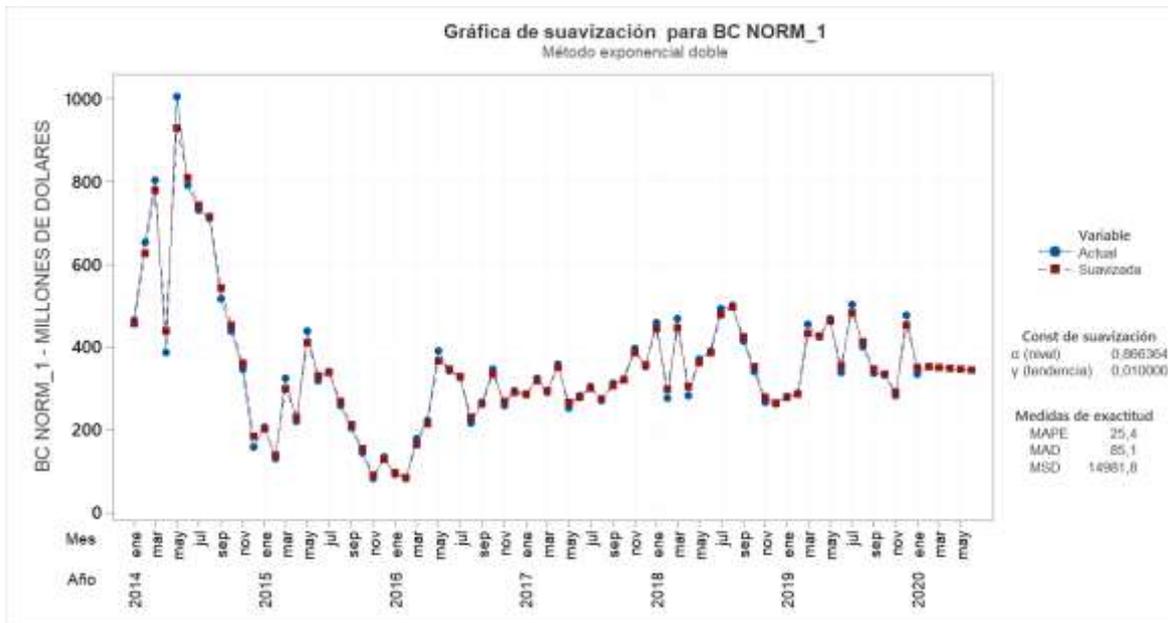
Elaborado por: Byron Manzo y Mildred Apolinario

Escenario sin daño del SOTE (BC NORM_1)

Por medio del método de suavización doble de las constantes de nivel y tendencia, se generó un modelo que esta mayormente ajustado a los últimos tres años de la balanza comercial, existiendo un error de al menos 25.4 por ciento, esto se puede deber a los cambios del precio del petróleo, el cual no varía estacionalmente sino que depende de factores como mercado, geopolítica y financieros, e internamente está sujeta a los valores de comercialización del crudo ecuatoriano en los contratos de venta.

Por otro lado, tenemos las importaciones petroleras de derivados y lubricantes, las cuales depende de existencia y la demanda interna del país. De la gráfica 3.17 se observa la proyección aparente que tendría la balanza

comercial si los eventos de ruptura de los oleoductos no se hubieran dado, siendo la balanza comercial, pese al COVID 19 casi constante hasta finales del mes de junio.



Gráfica 3.3.17 Comportamiento estimado de la BC

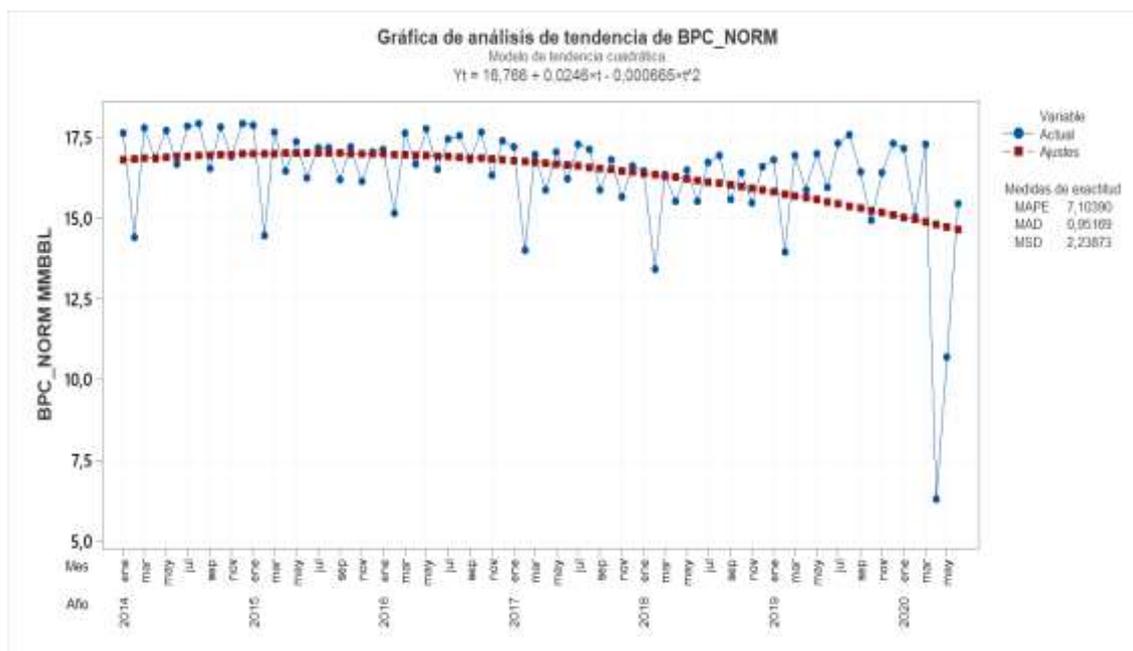
3.5.2. Balanza de producción de crudo

Consiste en la producción de petróleo registrada desde los campos, sin tomar en consideración el transporte ni las pérdidas en tuberías y oleoductos. El evento que resalta mayormente durante el primer semestre del 2020 es la paralización parcial de campos.

Escenario real (BPC REAL)

Utilizando el programa de Minitab-19, se graficó la serie de tiempo de la producción de crudo desde 2014 hasta el primer semestre del 2020. Analizando la tendencia en la gráfica 3.18, se observa la caída de producción del mes de marzo y abril de 10.965 MMbbl de crudo, lo cual genera la tendencia negativa de la producción por este periodo específico de tiempo.

Al comparar la producción de este periodo con los otros años se tiene que con respecto al 2019 la producción de crudo decreció un 15.1 por ciento, representando 14,56 MMbbl sin producir. Los eventos que ocurrieron pudieron tener un alto impacto en el comportamiento de esta variable macroeconómica.



Gráfica 3.3.18 Comportamiento y tendencia de la BPC REAL

La tendencia de la gráfica es negativa, esto particularmente es por la falta de información luego del mes de junio, puesto que los modelos de tendencia tienden ajustarse a los valores de los extremos, el error en esta tendencia exponencial es de 7.1 por ciento (MAPE).

Escenario sin ruptura del SOTE (BPC_NORM_1)

Utilizando el modelo de Winter para estabilizar nuestra curva de tendencia y realizar el pronóstico más ajustados, se procede a pronosticar los valores desde marzo hasta junio del 2020, eliminando los datos de mayor dispersión de nuestra serie de, a través de la opción promedio móviles, los datos corregidos son los siguientes:

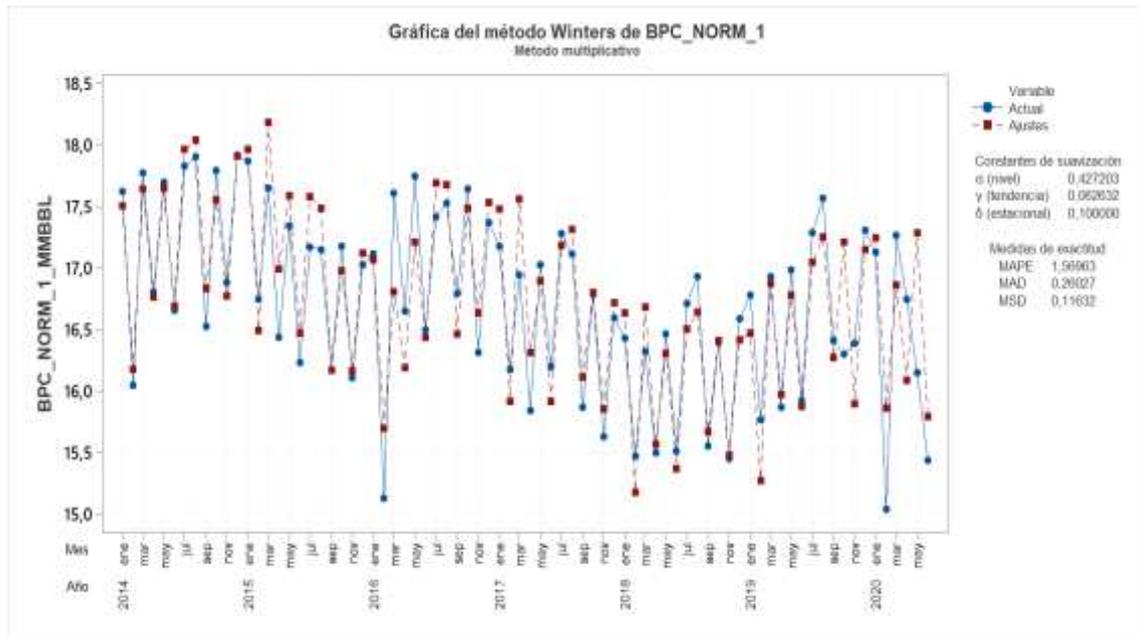
Tabla 3.7 Corrección de datos de BPC_NORM_1 por método de la media móvil

Año	Período	Pronóstico	Inferior	Superior
2014	febrero	16045,9	0	0
2015	febrero	16745,3	15647,9	17842,7
2017	febrero	16177,2	14891	17463,5
2018	febrero	15475,9	14123,5	16828,4
2019	octubre	16299	14866,5	17731,6
2019	febrero	15768,8	14375,3	17162,2

Elaborado por: Byron Manzo y Mildred Apolinario

El método de Winter disminuyó el error de la tendencia. Sin embargo, se debe de tomar en cuenta la estacionalidad aparente del modelo (12 meses) y el

error arrastrado de la media móvil. Obsérvese que los valores descartados fueron el mes de febrero para años no bisiestos y octubre del 2019 en que hubo disminución por la paralización de pozos. De la gráfica 3.19 se puede apreciar, que el modelo simulado está ajustando muy cercanamente a los valores de BPC REAL, el error calculado para este modelo fue de 1.56 por ciento de error.

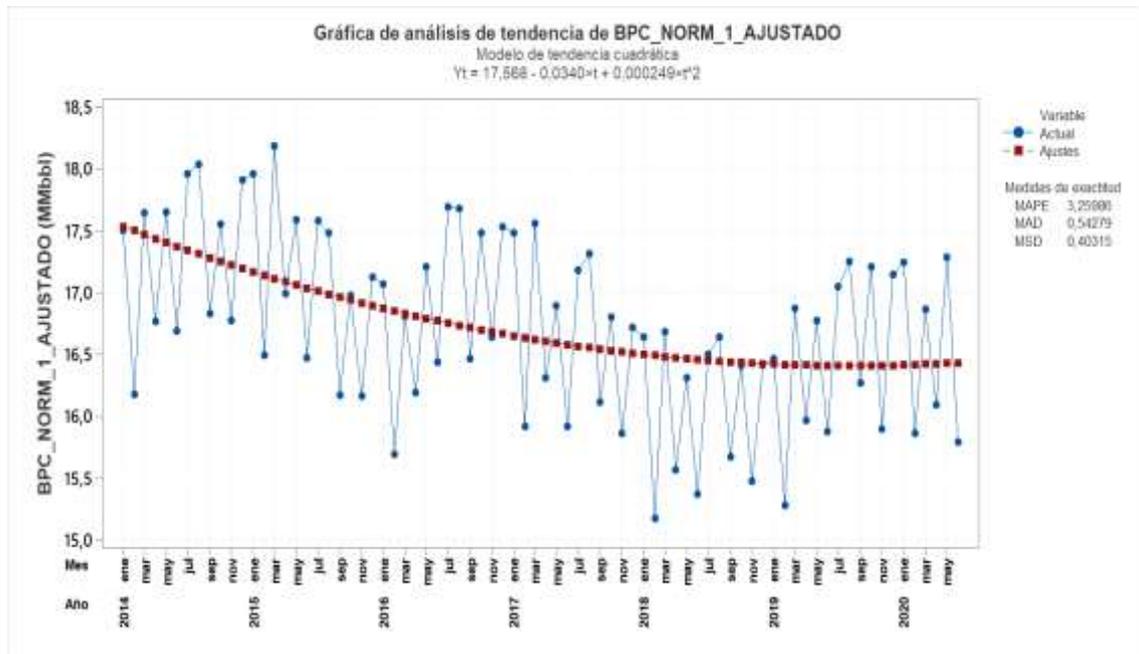


Gráfica 3.3.19 Comportamiento del ajuste por el método de Winters para BPC_NORM1

Al comparar los datos del modelo junto la data real, se obtiene que sin ruptura del SOTE la producción hubiera llegado a los 97.76 MMbbl, siendo un incremento del 1.37 por ciento con respecto a 2019 en el mismo periodo de tiempo. La gráfica 3.20, muestra la tendencia cuadrática del modelo a partir de los datos, nos indica que existe un comportamiento ligeramente ascendente en la producción, al realizar los ajustes en los extremos correspondiente a abril y mayo del 2020. Disminuyendo el error entre datos al 4.25 por ciento en el error de la varianza promedio (MAPE).

Al realizar el escenario sin interferencia del COVID-19 y sin ruptura del SOTE (BPC_NORM_1_AJUSTADO), se analizó el comportamiento de la tendencia de la gráfica 3.20, sin la interferencia de la ruptura de los oleoductos, según nuestro modelo sin los eventos de la ruptura y el COVID se hubiera producido 17.25 MMbbl, representando una disminución del 17.42 por ciento de la producción. La producción total para el primer semestre del 2020 bajo este

modelo hubiera sido de 99.14 MMbbl. Al comparar la producción con los años 2019 y 2018 el incremento de la producción hubiese sido del 2.73 y 5.56 por ciento respectivamente.



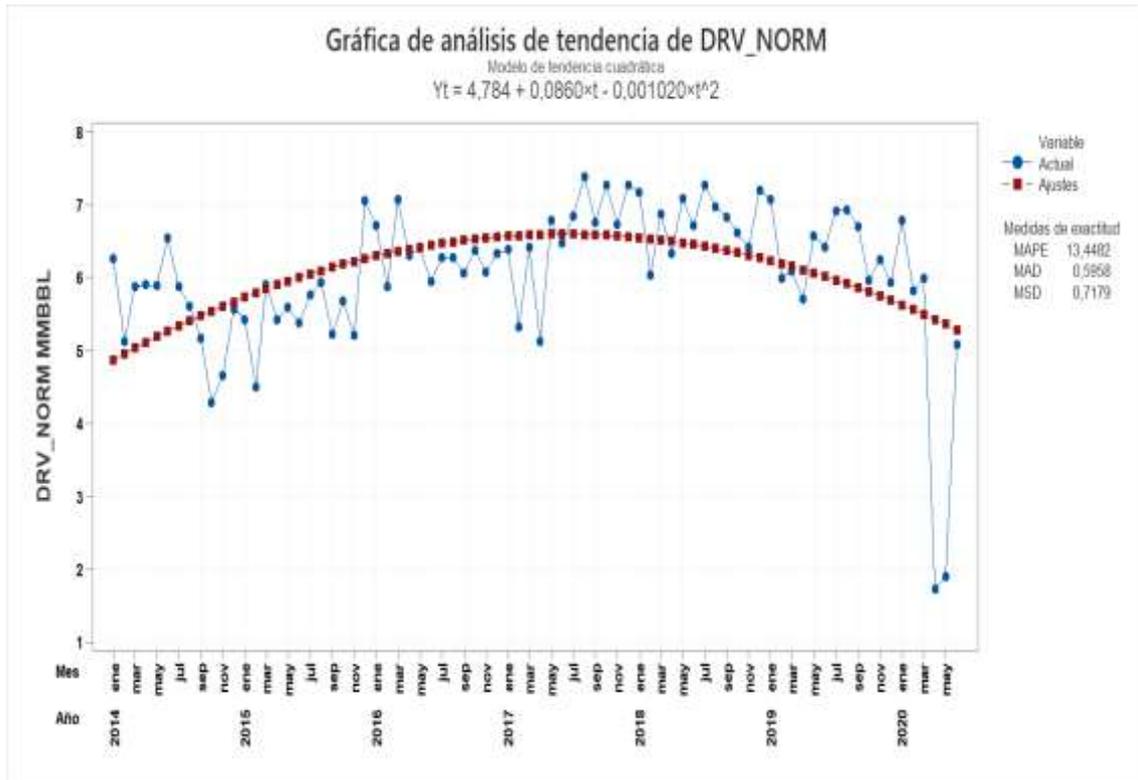
Gráfica 3.3.20 Tendencia cuadrática del modelo generado por Winters (BPC_NORM_1_AJUSTADO)

3.5.3. Balanza de producción de derivados (DVR)

Parte de la producción de las refinerías es utilizada para el consumo interno del país y completada con la importación de combustibles, para satisfacer la demanda interna del país.

Escenario real (DVR_NORM)

Como se observa, la tendencia de la producción de crudo es de tipo cuadrática, sin embargo, esta tendencia se debe a la disminución que ocurrió en los últimos meses a partir de marzo hasta mayo, recuperándose en junio. El error es del 13,45 por ciento. Se realizó el pronóstico tomando desde el mes de marzo, para obtener los valores de mayor limpieza de ruido, por variables no consideradas en este estudio, así como la disminución en la transferencia de crudo por la afectación de los oleoductos. De la gráfica 3.21, se observa hubo un gran evento o la sumatoria de varios eventos importantes que causaron el desplome de la producción de derivados

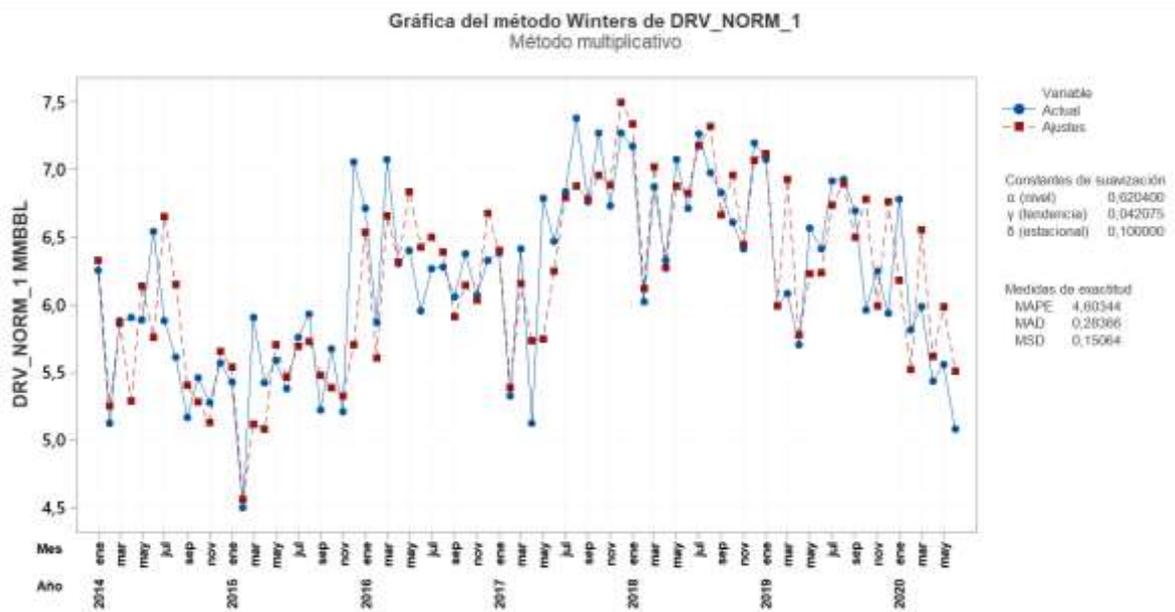


Gráfica 3.3.21 Tendencia cuadrática del modelo real DRV_NORM

Escenario sin influencia de la ruptura de los oleoductos (DRV_NORM_1)

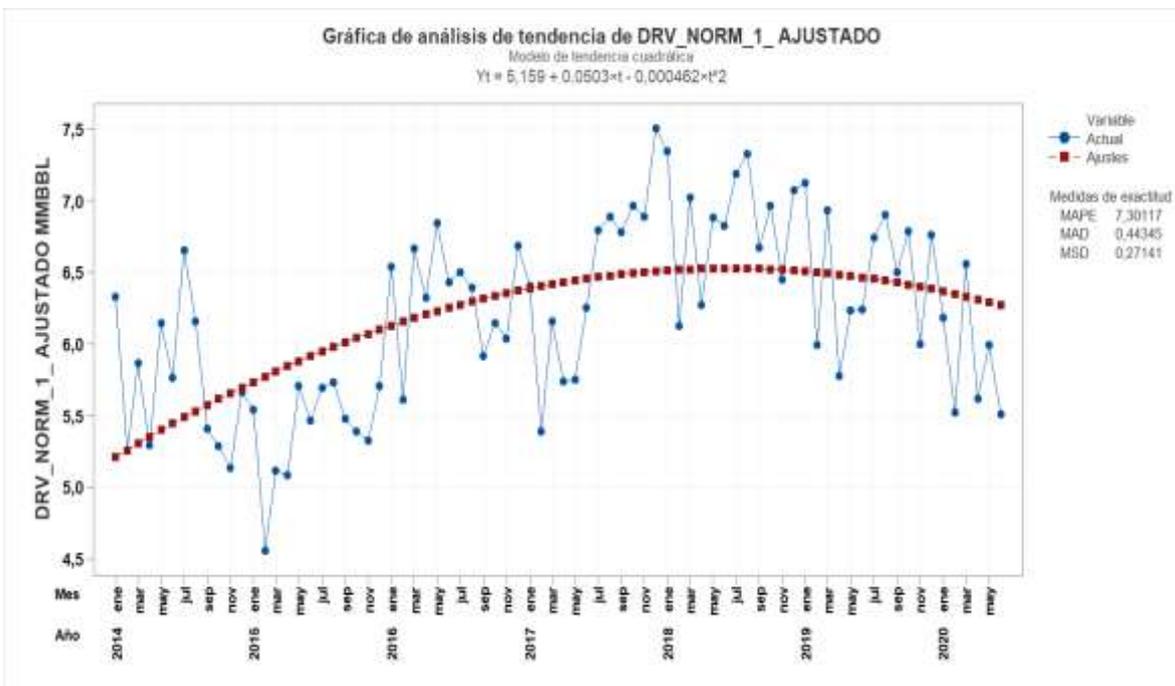
La grafica 3.22 detalla el modelo ajustado de Winter, donde se describe un descenso en la producción menos pronunciada a la producción real, se encontró que aproximadamente 35.38 MMbbl de derivados hubieran sido producidos para el primer semestre del año, en cambio se produjo 27.31Mbbbl; por lo cual se dejó de producir alrededor de 8.067MMbbl, el 29.54 por ciento de la producción real.

Al comparar con la producción del 2019, que fue de 37.85 MMbl, se observa una disminución del 6.53 por ciento de la producción. Esto está acorde con los procesos de retracción en la producción pudiendo deberse a la escasez de almacenamiento, falta de posicionamiento en el mercado internacional, dificultad en la frecuencia del transporte internacional, y la desaceleración del consumo por la baja demanda producto del aislamiento del COVID-19.



Gráfica 3.3.22 Modelo simulado de Winters DRV_NORM_1

La tendencia de la gráfica 3.23 muestra un comportamiento cuadrático, cóncavo hacia abajo, lo que nos indica una tendencia de proyección decreciente, con lo que tendra a indicar que pudo haber existido una baja en la producción, aun cuando los oleoductos, hubieran seguido operando a su capacidad habitual.



**Gráfica 3.3.23 Tendencia cuadrática del modelo generado por Winters
DRV_NORM_1_AJUSTADO**

Se puede inferir que este comportamiento se pudo dar por la disminución factores externos de mayor peso, que los internos. Factores como una alta

existencia de insumos internacionales, disminución de la demanda en el consumo de derivados del petróleo, existencias disponibles.

Tabla 3.8 Diferencia de los resultados de los modelos con los datos reales

Drv Normal (MMbbl)	Drv Ruptura (MMbbl)
27,309	-8,067

Elaborado por: Byron Manzo y Mildred Apolinario

3.5.4. Análisis cuantitativo de la incidencia del COVID 19 sin paralización de oleoductos

El fin de la producción de crudo consiste, en la exportación de este producto a mercados internacionales. Teniendo esto en cuenta se procedió a calcular para el caso real y el aparente cuantas existencias de crudo estuvieron remanentes de exportación para el crudo se obtuvo los siguientes resultados.

Podemos ver que, para ambos casos, debido a la afectación del COVID-19 en el comportamiento de la demanda externa, la producción de remanente es alta, siendo para el caso real en los meses de confinamiento de 4.27 millones de barriles, y para nuestro modelo generado de 13.67 millones de barriles remanentes; destacando que, la disminución abrupta de barriles de crudo producido permitió que la producción esperada anual no estuviera afectada por la incidencia del COVID19.

Tabla 3.9 Comparación de los barriles remanentes del escenario real y el escenario ajustado para exportación de BPC

PERIODO	EXPORT CRUDO (MMbbl)	BPC_NORM (MMbbl)	BPC_NORM_1_AJUSTADO (MMbbl)	Barriles remanentes reales (MMbbl)	Barriles remanentes ajustados (Mbbbl)	Peso (Y vs X)	
				Y	X		
2020	Enero	12,15	17,13	17,24	4,97	5,09	2,31%
2020	Febrero	9,22	15,04	15,86	5,82	6,64	12,34%
2020	Marzo	14,03	17,26	16,86	3,24	2,84	-14,07%
2020	Abril	5,26	6,30	16,09	1,04	10,83	90,43%
2020	Mayo	9,35	10,70	17,29	1,35	7,93	82,97%
2020	Junio	12,50	15,44	15,79	2,93	3,29	10,85%

Elaborado por: Byron Manzo y Mildred Apolinario

Por otro lado, el porcentaje de la tasa mensual de producción de las existencias remanentes reales de derivados con respecto a las simuladas de 76.1 y 68.19 por ciento, muestran que, si el evento de ruptura y parada de los

oleoductos no se hubiera dado, las existencias de derivados para el segundo trimestre hubieran sido de 15.62 Mbbbl, asumiendo que la producción hubiera continuado y no disminuido, siendo forzado a ser a almacenaje alrededor de 8.4 MMbbbl de barriles remanentes de derivados. En la realidad, la cantidad de barriles remanentes fue de 7.11 MMbbbl y se exportaron 6.475 MMbbbl de derivados siendo en su totalidad del combustible Fuel Oil.

Tabla 3.10 Comparación de los barriles remanentes del escenario real y el escenario ajustado para exportación de DVR

PERIODO		EXPT_DRV_NORM (Mbbbl)	DRV_NORM (Mbbbl)	DRV_NORM_1_AJUSTADO (Mbbbl)	Barriles remanentes reales (Mbbbl)	Barriles remanentes ajustados (Mbbbl)	Peso (Y vs X)
					Y	X	
2020	Enero	1,9632	6,7830	6,1812	4,8198	4,2180	0,1427
2020	Febrero	1,0870	5,8191	5,5222	4,7321	4,4352	0,0669
2020	Marzo	1,9246	5,9897	6,5542	4,0651	4,6296	-0,1219
2020	Abril	0,5617	1,7285	5,6179	1,1668	5,0562	-0,7692
2020	Mayo	0,0000	1,9076	5,9890	1,9076	5,9890	-0,6815
2020	Junio	0,9387	5,0807	5,5108	4,1421	4,5721	-0,0941

Elaborado por: Byron Manzo y Mildred Apolinario

3.5.4.1. Limitaciones del método

1. Al utilizar dos métodos de aproximación para ajustar la curva del modelo, el error puede distribuirse hacia el modelo final ajustado.
2. Por las características de los datos que se utilizaron, se determina de antemano la posibilidad de la existencia de ruido en las ecuaciones de tendencia de series de tiempo, debido a que las variables dependen de las fluctuaciones del precio del petróleo, acuerdos de negociación, periodicidad del transporte, tipo de contrato de venta y cantidad de existencias mensuales-
3. Dependencia del comportamiento de la producción en campo así, como paradas por mantenimiento de los pozos, paradas involuntarias en las refinerías, cambio de equipos, entre otros, son factores que no están siendo consideradas en este estudio.
4. Los datos mensuales de barriles de producción, aunque presentan tendencia y estacionalidad, no se ajustan completamente a los datos del modelo original, por tal motivo se buscó que el error de las tendencias de los datos ya procesados no sea superior al diez (10) por ciento, con una tolerancia de más meno uno (1) por ciento.

5. Los datos mensuales en materia de costo presentaron mayor dificultad en determinar un modelo ajustado a la data real, debido a que no es posible determinar una tendencia y estacionalidad del precio de venta del barril de crudo, Por lo cual el error no se mantiene en los parámetros aceptados para nuestro

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio buscó analizar por medio de variables macroeconómicas, el desenvolvimiento del sector petrolero durante el primer semestre del año, comparando su comportamiento en años anteriores, previo a la pandemia, a fin de determinar si existió una incidencia directa o indirecta del COVID 19 en estas variables. Por otro lado, se realizó el análisis de los contratos de exploración y explotación de campos, cuando el precio del petróleo se encuentra a la baja, determinando que los contratos de participación son los que poseen mayor rentabilidad, aunque supone perdidas en casos donde el precio del petróleo es inferior a

Del estudio realizado se sugiere realizar un estudio cualitativo con otros métodos de adquisición de información o modificando la encuesta realizada en este trabajo, adicional se sugiere realizar un nuevo estudio prospectivo con variables codependientes. Este trabajo, busco dar un análisis general del sector petróleo del Ecuador durante los meses de mayor confinamiento de las economías globales, buscando dar un panorama general del que puedan partir análisis específicos de los diferentes tipos de empresas que laboran en el sector.

Conclusiones

De los resultados obtenidos se tiene que:

1. De cambiarse todos los contratos de prestación de servicios a un modelo de participación, en el primer semestre del 2020 el estado habría recaudado 49.8 millones de dólares, 25.16 millones de dólares más que lo que se recaudó bajo la modalidad de prestación de servicios.
2. Se observa que cuando el precio del barril de petróleo es superior a los 60.00 dólares los contratos de prestación de servicios generan mayor rentabilidad al estado, sin embargo, cuando se tienen precios de barril por debajo de los 50.00 dólares la modalidad de contratos de participación genera mayor rentabilidad.
3. Debido al desplome del precio del barril de petróleo ocasionado por la pandemia del COVID-19 a finales de marzo y durante el mes de abril del 2020, los costos de importación de derivados fueron menores al costo de venta interna de derivados, lo que para el mes de abril permitió al estado obtener

margen de ganancia de 16.37 millones de dólares por temas de importación de derivados de petróleo.

4. Debido a la pandemia del COVID-19 y a los daños ocurridos en el SOTE, durante el primer semestre del 2020 la balanza comercial petrolera decreció un 56,41% con relación al primer semestre del 2019 y 2018, representado una diferencia de 1,252.9 y 1,262 millones de dólares respectivamente
5. Los resultados obtenidos de nuestro modelo sin afectación de ruptura de los oleoductos de la balanza comercial, estimamos que el país dejó de percibir 439.97 millones de dólares en el primer semestre del 2020.
6. Para el modelo sin afectación de los factores COVID y ruptura de los oleoductos, se encontró que se dejó de percibir alrededor 1,086.23 millones de dólares, para el primer semestre del 2020.
7. Durante el primer semestre del 2020 la balanza de producción de crudo decreció un 15.11% con respecto al mismo periodo en el 2019 equivalente a 14.56 MMbbl, siendo la mayor diferencia en producción entre los meses de marzo y abril, siendo de 10.965 MMbbl, esto como consecuencia directa de la ruptura de los oleoductos.
8. Debido a las medidas aplicadas contra el COVID-19 para el primer semestre del 2020 la balanza de producción de derivados registró una caída del 28.1% con respecto al mismo periodo durante los 2019, equivalentes a 10.618 MMbbl de los cuales alrededor de 4 millones de barriles de derivados corresponden al mes de abril.
9. La diferencia entre los barriles exportados durante el primer semestre del 2020, con respecto a la producción de crudo de 19.35 MMbbl remanentes, represento que el 23.64 por ciento de la producción fue almacenada o destinada para otras actividades.
10. La diferencia entre los barriles de derivados exportados durante el primer semestre del 2020, con respecto a la producción de derivados fue de 20.83MMbbl remanentes, representando que el 76.29 por ciento de la producción sean destinados para consumo interno o a almacenaje.

Recomendaciones

De este estudio, varias interrogantes fueron puestas en cuestión, sin embargo, parte de las características del sector tuvieron que ser descartadas para el análisis,

por lo cual se sugiere realizar estudios para este periodo de tiempo como los siguientes:

1. Realizar un estudio comparativo para cada contrato de concesión vigente bajo ambas modalidades y de esta manera se determine para cada campo petrolero el tipo de contrato que sea más benéfico para el estado.
2. Determinar la capacidad de almacenaje de crudo y derivados a nivel nacional tanto de las empresas petroleras privadas como del estado a fin de establecer estrategias que permitan un sistema de venta de petróleo más eficiente para el estado en épocas donde el precio del petróleo baja considerablemente.
3. Realizar un estudio enfocado en determinar la factibilidad técnica de remodelar las plantas topping del Ecuador para la producción de derivados específicos, con el fin de cubrir la demanda interna de combustibles y derivados en estados de emergencia.
4. Realizar análisis prospectivos de la balanza de producción de crudo y de derivados para los siguientes diez años, utilizando la cantidad mínima óptima de encuestados, así como reformular la encuesta realizada inicialmente.

BIBLIOGRAFÍA

- Akram, Q. F. (2020). Oil price drivers, geopolitical uncertainty and oil exporters' currencies. *Energy Economics*, 104801. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104801>
- ARCH, (Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos). (2019). *PRODUCCIÓN MENSUAL NACIONAL DE PETRÓLEO FISCALIZADO PERIODO: ENERO - DICIEMBRE 2019 EN BARRILES NETOS*.
- ARCH, (Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos). (2020). *PRODUCCIÓN MENSUAL NACIONAL DE PETRÓLEO FISCALIZADO PERIODO: ENERO - MARZO 2020 EN BARRILES NETOS*.
- ASOBANCA, (Asociación de Bancos del Ecuador). (2020). Boletín Macroeconómico. *Coyuntura Económica*, 20. <https://www.asobanca.org.ec/file/2497/download?token=ydaD105F>
- Bacchini, R. D., Vázquez, L. V., Bianco, M. J., & García Fronti, J. I. (2018). *Introducción a la probabilidad y a la estadística*.
- Balboa, B. (2020). *EIA: Global Liquid Fuel Inventory To Decline for 1.5 Years After Reaching 2020 Peak*. JPT, Journal of Petroleum Technology. <https://pubs.spe.org/en/jpt/jpt-article-detail/?art=7068>
- Banco Mundial. (2020). *Comoción como no se ha visto otra: la COVID-19 sacude los mercados de productos básicos*. World Bank. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2020/04/23/coronavirus-shakes-commodity-markets>
- Banguero, L., Carrillo, L., & Aponte, E. (2018). *Planeación y gestión estratégica de las organizaciones: conceptos, métodos y casos de aplicación* (D. de I. y D. T. Fa. de C. E. y Administrativas (ed.); 1st ed.). Programa Editorial Universidad Autónoma de Occidente.
- BCE. (2020). *Implementación del nuevo manual de balanza de pagos y posición de inversión internacional sexta edición*.
- Beckmann, J., Czudaj, R. L., & Arora, V. (2020). The relationship between oil prices and exchange rates: Revisiting theory and evidence. *Energy Economics*, 88, 104772.

<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104772>

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación* (Tercera). PERASON.

Biu, V. T., & Ikiensikimama, S. S. (2012). Understanding Crude Oil Price Variation Using Time Series Analysis. *Nigeria Annual International Conference and Exhibition*, 2, 785–797. <https://doi.org/10.2118/162964-MS>

Borja Rivadeneira, T. P. (2012). Análisis de la estructura de la balanza comercial del Ecuador por continente, bloque y país y factores que influyen en su déficit durante el período 2001-2010 [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. In *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6823>

Brandon, C., Jarrett, J. E., & Khumawala, S. B. (1987). A Comparative Study of the Forecasting Accuracy of Holt-Winters and Economic Indicator Models of Earnings Per Share For Financial Decision Making. *Managerial Finance*, 13(2), 10–15. <https://doi.org/10.1108/eb013581>

Browning, N. (2020). *Barril extiende ganancias por mejor panorama para la demanda*. REUTERS. <https://lta.reuters.com/articulo/mercados-petroleo-idLTAKBN22H1EO>

Bustamante y Zapata. (2007). *Características de los contratos petroleros 1*.

Cely, A. (1999). Metodología de los escenarios para estudios prospectivos. *Ingeniería e Investigación*, 44, 26–35.

Cornejo-Ortega, J. L., Chávez-Dagostino, R. M., & Espinoza-Sánchez, R. (2019). Prospectiva del turismo de naturaleza en la costa de Jalisco. *Investigaciones Turísticas*, 17, 189. <https://doi.org/10.14198/INTURI2019.17.09>

Damodar, G., & Dawn, P. (2013). Single-equation regression models. In *Introductory Econometrics: A Practical Approach* (Quinta). McGraw-Hill Irwin.

Decker, C. S., & Wohar, M. E. (2005). The impact of petroleum product prices on state economic conditions: An analysis of the economic base. *Review of Regional Studies*, 35(2), 161–186.

Díaz-Castrillón, F. J., & Toro-Montoya, A. I. (2020). SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia. *Medicina y Laboratorio*, 24(3), 183–205. <https://doi.org/10.36384/01232576.268>

Economides, M. J. (2007). Energy Security: A Geopolitical Perspective. *Offshore*

- Technology Conference*, 4, 2001–2006. <https://doi.org/10.4043/19046-MS>
- Erlingsen, E., & Karagiannopoulos, L. (2020). *\$20 oil not far off as OPEC+ is capable of unleashing 2.5 million extra bpd on the market*. RYSTAD ENERGY. <https://www.rystadenergy.com/newsevents/news/press-releases/20-oil-not-far-off-as-opecplus-is-capable-of-unleashing-2point5-million-extra-bpd-on-the-market/>
- Figuroa, R. (2020). *EIA recorta estimación de crecimiento de demanda de petróleo en 2020*. REUTERS. <https://lta.reuters.com/articulo/petroleo-eia-demanda-idLTAKBN1ZD29F>
- Fondo Monetario internacional. (1993). *Manual de Balanza de Pagos. 5ta Edición*.
- Garcés, L. M., & García, C. P. (2018). *Decreto Ejecutivo 449*.
- Godet, M. (1993). *De la anticipación a la acción. Manual de prospectiva y estrategia*. Marcombo.
- Godet, M. (2000). How to be rigorous with scenario planning. *Foresight*, 2(1), 5–9. <https://doi.org/10.1108/14636680010802438>
- Godet, M. (2018). *Comunicado de Michel Godet*. Círculo de Acción Prospectiva. https://prob-expert.com/Users/login_form
- Godet, M., & Durance, P. (2009). La prospectiva estratégica para las empresas y los territorios. In *Cuaderno del Lipsor* (10th ed., Vol. 10). www.lapropective.fr
- Gordon, T. (2004). Método de impacto cruzado. In *Metodología de investigación de futuros* (1st ed.). http://saludpublicavirtual.udea.edu.co/cvsp/politicaspublicas/gordon_impacto_cruzado.pdf
- Grondin, S. (2020). *The Perception of Time: Your Questions Answered* (Routledge (ed.)). Taylor & Francis. <https://books.google.com.ec/books?id=t3zADwAAQBAJ&pg=PT18&dq=Prospective+and+Retrospective+Timing+Processes:+Theories,+Methods,+and+Findings+Block;+Grondin,+S;+Zakay,+D+2018&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjwffQwbnqAhVRhuAKHQ7jDH8Q6AEwAHoECAUQA#v=onepage&q=Prospe>
- Hilbck Ríos, M. R. R. (2009). *Operaciones de “Carry Trade” en el mercado de derivados peruano*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU.

- Iyer, N. (2020). *SONDEO-Crudo se mantendrá bajo 40 dlr/barril en 2020*.
- Jahanishakib, F., Mirkarimi, S. H., Salmanmahiny, A., & Poodat, F. (2018). Land use change modeling through scenario-based cellular automata Markov: improving spatial forecasting. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(6), 332. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6709-0>
- Jalife-Rahme, A. (2006). Los Cinco Precios del Petroleo. In *Cadmo& Europa* (CADMO & EU). CADMO & EUROPA.
- JPT, J. of P. T. (2020). *North American Contractions: Murphy Oil, Marathon Oil, and Halliburton*. Management and Information. <https://pubs.spe.org/en/jpt/jpt-article-detail?art=7011>
- Kelly, S. (2019). *Petróleo anota mayor alza trimestral desde 2009 por recortes OPEP y sanciones EEUU*. REUTERS. <https://lta.reuters.com/articulo/mercados-petroleo-idLTAKCN1RA2J1>
- Khorsheed, E. (2019). Energy load forecasting: Bayesian and exponential smoothing hybrid methodology. *International Journal of Energy Sector Management*, ahead-of-p(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/IJESM-06-2019-0005>
- Ladipo, O., & Ogbe, D. O. (2015, August 4). Improved Data-driven Models for Forecasting Production Performance with Uncertainty Analysis. *SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition*. <https://doi.org/10.2118/178412-MS>
- Layek, S. (2020). *Goldman espera recuperación demanda petrolera en 2020, ayudada por nuevas reglas sobre combustible*. REUTERS. <https://lta.reuters.com/articulo/petroleo-goldman-idLTAKBN1Y91F6>
- Liang, Y. (2011). Analyzing and forecasting the reliability for repairable systems using the time series decomposition method. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 28(3), 317–327. <https://doi.org/10.1108/02656711111109919>
- Machuca, J., & Taquía, J. (2009). Balanza comercial de los combustibles líquidos derivados del petróleo mediante dinámica de sistemas y simulación [Universidad de Lima]. In *Ingeniería Industrial* (Vol. 27, Issue 1). http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/624/605
- Matysiak, G., & Tsolacos, S. (2003). Identifying short-term leading indicators for real estate rental performance. *Journal of Property Investment & Finance*, 21(3), 212–

232. <https://doi.org/10.1108/14635780310481658>

McKinsey & Company. (2020). *COVID-19: Briefing materials. Global health and crisis response.*

Megawanto, R., Fauzi, A., Adrianto, L., & Hidayat, A. (2019). Policy scenario on Indonesian marine capture fisheries 2045. *AAFL Bioflux*, 12(6), 2306–2318. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85083201966&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Smic-Prob-Expert&st2=&sid=607a72b564b15c62e0484ef59d2f8a9d&sot=b&sdt=b&sl=31&s=TITLE-ABS-KEY%28Smic-Prob-Expert%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=>

Minitab Statistical Software. (2020a). *¿Cuál análisis de series de tiempo debería utilizar?* Soporte de Minitab.

Minitab Statistical Software. (2020b). *Minitab 19. POWERFUL STATISTICAL SOFTWARE EVERYONE CAN USE.*

OMS, O. M. de la S. (2020). *Los nombres de la enfermedad por coronavirus (COVID-19) y del virus que la causa.* [https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-\(covid-2019\)-and-the-virus-that-causes-it](https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance/naming-the-coronavirus-disease-(covid-2019)-and-the-virus-that-causes-it)

OPEP. (2020). *Monthly Oil Market Report.* OPEP+. https://players.brightcove.net/34306109001/default_default/index.html?videoid=6171605816001

Patri, O. P., Panangadan, A. V., Chelmis, C., McKee, R. G., & Prasanna, V. (2014). Predicting Failures from Oilfield Sensor Data using Time Series Shapelets. *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*, 2, 1313–1326. <https://doi.org/10.2118/170680-MS>

Pindyck, R. S. (2001). The dynamics of commodity spot and futures markets: A primer. *Energy Journal*, 22(3), 1–29. <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol22-No3-1>

Pulido, C., Montes, E., & Beltrán, G. (2004). *Balanza de pagos petrolera 1990-2002 - Resultados, aspectos conceptuales y metodología.*

Quinteros, J., & Hamann, A. (2016). *Planemiento Estratégico Prospectivo. Métodos MACTOR y SMIC* (USIL Fondo Editorial (ed.); 1st ed.). Universidad San Ignacio de

Loyola.

https://books.google.com.ec/books?id=dahPtAEACAAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

REUTERS. (2020). *Diamond Offshore files for bankruptcy, citing 'price war,' coronavirus*.
<https://www.cnbc.com/2020/04/27/diamond-offshore-files-for-bankruptcy-citing-price-war-coronavirus.html>

Romero, M. (2010). *Modelo De Prospectiva Tecnológica Para La Identificación De Oportunidades De Negocio De Base Tecnológica* (Issue Diciembre). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador. (1999). Ley de Hidrocarburos. *Registro Oficial 711*.

Secretaría de Hidrocarburos del Ecuador, & Ministerio de Recursos Naturales No Renovables. (2010). Normativa Hidrocarburífera. *Registro Oficial 265*.

Vigma, M. Della. (2020). *Volatility in the Oil Markets*. Goldman Sachs; Goldman Sachs.

Villarreal, F. (2016). Introducción a los modelos de pronósticos. In *Universidad Nacional del Sur*.

XII Ronda Petrolera Intracampos Ecuador. (2016). Página 1 de 24. In *Área 2 Normas Y Prácticas De Auditoría Tema*.

ANEXOS

ANEXO 1: Análisis de los beneficios económicos de los contratos de Participación.

Modalidad de Contrato de Participación															
Período	Barriles EXPORTADOS	Precio Referencial de petróleo	Costo por barril de petróleo producido	Q promedio diario por empresa privada (Pagado)	Participación sin el factor de Ajuste Soberano					Participación con factor de Ajuste Soberano					
					Participación Ajustada de la Contratista (X)	Participación de la Contratista (PC 1)	Ganancias para la Contratista por Exportación	Participación del Estado (PE)	Ganancias por Exportación	Ajuste Soberano (AS)	Participación Ajustada de la Contratista (X)	Participación de la Contratista (PC 1)	Ganancias para la Contratista por Exportación	Participación del Estado (PE)	Ganancias por Exportación
					%	Barriles	\$ USD	Barriles	\$ USD	%	%	Barriles	\$ USD	Barriles	\$ USD
	BBL	\$ USD	\$ USD	Barriles / día	%	Barriles	\$ USD	Barriles	\$ USD	%	%	Barriles	\$ USD	Barriles	\$ USD
Enero-2018	1.562.069,44	60,50	17,99	3.359,29	71,400	1.115.320,25	47.414.860,96	446.749,19	27.029.366,21	0	71,400	1.115.320	47.414.861	446.749	27.029.366
Febrero-2018	1.600.187,06	58,03	17,99	3.809,97	72,708	1.163.456,98	46.579.318,00	436.730,08	25.341.382,19		72,708	1.163.457	46.579.318	436.730	25.341.382
Marzo-2018	1.382.033,47	57,23	17,99	2.972,11	73,125	1.010.618,74	39.660.157,50	371.414,73	21.257.343,23		73,125	1.010.619	39.660.158	371.415	21.257.343
Abril-2018	1.971.008,13	61,10	17,99	4.380,02	71,082	1.401.037,63	60.405.193,99	569.970,50	34.827.826,26		71,082	1.401.038	60.405.194	569.970	34.827.826
Mayo-2018	1.397.460,47	63,75	17,99	3.005,29	69,688	973.861,33	44.560.418,49	423.599,14	27.002.933,49		69,688	973.861	44.560.418	423.599	27.002.933
Junio-2018	1.622.615,86	62,25	17,99	3.605,81	70,477	1.143.563,62	50.616.733,30	479.052,24	29.822.094,02		70,477	1.143.564	50.616.733	479.052	29.822.094
Julio-2018	1.500.833,41	67,33	17,99	3.227,60	67,794	1.017.479,61	50.206.721,38	483.353,80	32.546.243,06		67,794	1.017.480	50.206.721	483.354	32.546.243
Agosto-2018	2.011.652,18	61,63	17,99	4.326,13	70,805	1.424.354,19	62.158.261,16	587.297,99	36.194.946,39		70,805	1.424.354	62.158.261	587.298	36.194.946
Septiembre-2018	1.593.297,04	66,76	17,99	3.540,66	68,095	1.084.962,99	52.917.569,72	508.334,05	33.938.219,65		68,095	1.084.963	52.917.570	508.334	33.938.220
Octubre-2018	1.699.005,58	68,61	17,99	3.653,78	67,118	1.140.346,52	57.729.685,98	558.659,06	38.332.217,11		67,118	1.140.347	57.729.686	558.659	38.332.217
Noviembre-2018	1.700.798,51	55,28	17,99	3.779,55	74,156	1.261.238,60	47.033.599,66	439.559,91	24.299.573,41		74,156	1.261.239	47.033.600	439.560	24.299.573
Diciembre-2018	1.583.698,17	46,90	17,99	3.405,80	78,582	1.244.497,52	35.973.103,01	339.200,65	15.907.060,33		78,582	1.244.498	35.973.103	339.201	15.907.060

Enero-2019	1.972.567,55	48,90	17,99	4.242,08	77,522	1.529.168,41	47.364.586,90	443.399,14	21.684.027,85	36,79	40,729	803.403	24.884.670	1.169.165	57.176.919
Febrero-2019	1.579.504,25	54,05	17,99	3.760,72	74,804	1.181.527,22	42.681.319,21	397.977,03	21.512.192,88		38,011	600.381	21.688.088	979.123	52.925.370
Marzo-2019	1.595.165,27	58,54	17,99	3.430,46	72,438	1.155.501,76	46.920.859,98	439.663,51	25.736.354,81		35,645	568.594	23.088.589	1.026.572	60.091.887
Abril-2019	1.333.462,40	64,98	17,99	2.963,25	69,035	920.552,11	43.315.692,52	412.910,29	26.832.577,54		32,242	429.932	20.230.046	903.530	58.715.039
Mayo-2019	1.805.257,22	60,84	17,99	3.882,27	71,222	1.285.737,96	55.171.204,40	519.519,26	31.607.627,80		34,429	621.531	26.669.983	1.183.726	72.018.082
Junio-2019	1.379.133,10	55,34	17,99	3.064,74	74,124	1.022.262,60	38.245.331,51	356.870,50	19.750.081,84		37,331	514.839	19.261.384	864.294	47.832.133
Julio-2019	1.748.848,81	57,51	17,99	3.760,97	72,980	1.276.313,68	50.514.811,36	472.535,13	27.174.871,65		36,187	632.861	25.047.801	1.115.988	64.178.990
Agosto-2019	1.311.626,27	54,15	17,99	2.820,70	74,751	980.455,83	35.515.401,33	331.170,44	17.933.991,05		37,958	497.870	18.034.526	813.756	44.067.629
Septiembre-2019	1.852.624,11	54,21	17,99	4.116,94	74,719	1.384.258,03	50.227.405,66	468.366,08	25.392.332,86		37,926	702.623	25.494.486	1.150.001	62.346.963
Octubre-2019	1.371.326,68	50,38	17,99	2.949,09	76,743	1.052.400,76	34.149.365,34	318.925,92	16.067.172,76		39,950	547.849	17.777.175	823.477	41.485.968
Noviembre-2019	1.775.244,72	52,63	17,99	3.944,99	75,553	1.341.256,88	46.546.276,36	433.987,84	22.842.288,86		38,760	688.092	23.879.195	1.087.152	57.220.611
Diciembre-2019	1.159.228,41	54,20	17,99	2.492,96	74,727	866.257,10	31.418.321,32	292.971,31	15.878.766,49		37,934	439.743	15.949.060	719.485	38.995.426
Enero-2020	1.348.639,68	50,99	23,00	3.346,50	76,421	1.030.641,63	28.847.558,24	317.998,05	16.214.689,17	0	76,421	1.030.642	28.847.558	317.998	16.214.689
Febrero-2020	1.315.350,60	44,60	23,00	3.488,99	79,794	1.049.568,45	22.669.889,08	265.782,15	11.853.683,95		79,794	1.049.568	22.669.889	265.782	11.853.684
Marzo-2020	1.713.187,43	23,17	23,00	4.251,09	87,500	1.499.039,00	254.830,02	214.148,43	4.961.818,15		87,500	1.499.039	254.830	214.148	4.961.818
Abril-2020	359.708,18	14,04	23,00	922,33	87,500	314.744,66	-2.820.922,35	44.963,52	631.172,11		87,500	314.745	-2.820.922	44.964	631.172
Mayo-2020	1.459.718,00	25,37	23,00	3.622,13	87,500	1.277.253,25	3.025.826,79	182.464,75	4.628.950,22		87,500	1.277.253	3.025.827	182.465	4.628.950
Junio-2020	2.238.286,11	34,54	23,00	5.739,20	85,101	1.904.814,78	21.987.337,37	333.471,33	11.519.110,62		85,101	1.904.815	21.987.337	333.471	11.519.111

Fuente: BCE.

Elaborado por: Mildred Apolinario y Byron Manzo

ANEXO2: Encuesta y respuestas de encuesta para el análisis cualitativo

Medio de elaboración: Google Form

Link: <https://forms.gle/CAL1frzaokMaoBQV7>

CODIGO	A	B	C	D	E	F	G	H
Profesión	Gerencia	Ingeniería de Petróleos	Economista					
Años de Experiencia en la Industria / Academia	20	20	25	6	6	6	39	10

Elaborado por: Mildred Apolinario y Byron Manzo

CODIGO	A	B	C	D	E	F	G	H
E1. En el primer quimestre de 2018, en el Ecuador, el saldo de la Balanza Comercial petrolera (Exportaciones-Importaciones) fue de 1837 millones de dólares FOB, en 2019 el saldo fue de 1899.3 millones de dólares FOB, existiendo un aumento del 3.28% de un periodo a otro. Para 2020, el saldo del 1er quimestre es de 630.6 millones de dólares FOB. Frente a este escenario ¿Qué tan probable es que para el 2022, el saldo en la Balanza Comercial del sector en el primer quimestre sea 5% mayor que la del año 2019? [Fila 1]	Nada probable	Probable	Probable	Poco probable	Probable	Poco probable	Poco probable	Muy Probable

<p>E2: En el 2018 Ecuador produjo alrededor de 188'815,941 bbl de crudo y en 2019 se produjo 193'859,823 bbl de crudo, existiendo un aumento del 2.60% de un periodo a otro. Para 2020, en el primer quimestre se registró una producción de 65'582,669 bbl de crudo, según este escenario ¿Qué tan probable es que para el 2022 la balanza de producción de crudo aumente en un 5% con respecto a la del 2019? [Probabilidad]</p>	Duda	Probable	Poco probable	Duda	Probable	Poco probable	Poco probable	Muy probable
<p>E3. Actualmente se está utilizando una parte de las reservas producidas para pago de deuda con los bancos y petroleras extranjeras, por los prestamos adquiridos en 2016 y 2017. En 2020, PETROECUADOR EP renegociación con sus acreedores, la liberación de 50 millones de barriles, para ser puesto en el mercado bajo la modalidad de venta spot, según este escenario ¿Qué tan probable es que PETROECUADOR EP para el año 2022, con un comportamiento similar a los precios WTI del 2019, opte por incursionar en un mayor número de transacciones comerciales en el mercado de venta spot? [Probabilidad]</p>	Duda	Duda	Probable	Probable	Duda	Duda	Duda	Duda

<p>E4. En 2019 se produjo 21,58 Mbbl de derivados y hasta mayo del 2020 se ha producido 5,46 Mbbl de derivados. Actualmente, está en concurso la concesión de la administración de la refinería Esmeraldas, con la condición de que PETROECUADOR EP será la encargada de la parte operativa; según este escenario ¿Qué tan probable es que para el 2022 el proyecto de inversión público/privada en las refinerías, aumente la capacidad de producción de derivados para exportación, en comparación con el 2019? [Probabilidad]</p>	Probable	Muy probable	Poco probable	Nada Probable	Poco probable	Probable	Poco probable	Probable
<p>E1. Si para el 2022, se da un aumento del 5% en el saldo de la Balanza comercial del sector hidrocarburífero, con respecto al año 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de estos eventos? [E3: Aumento en la Balanza de Producción del 5% en la producción de crudo]</p>	Probable	Duda	Duda	Duda	Probable	Probable	Duda	Muy probable
<p>E1. Si para el 2022, se da un aumento del 5% en el saldo de la Balanza comercial del sector hidrocarburífero, con respecto al año 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de estos eventos? [E2:</p>	Probable	Probable	Duda	Duda	Probable	Probable	Probable	Duda

Aumento de las existencias de petróleo que permita que las ventas spot tengan mayores existencias para negociar (Precio del WTI con un incremento moderado)]								
E1: Si para el 2022, se da un aumento del 5% en el saldo de la Balanza comercial del sector hidrocarburífero, con respecto al año 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de estos eventos? [E4: Aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada.]	Probable	Muy probable	Poco probable	Duda	Duda	Probable	Duda	Probable
E2: Si para el 2022 se da un aumento del 5% en la balanza de producción de crudo, con respecto a la del 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E1: La Balanza Comercial del sector hidrocarburífero aumente un 5% más que el año 2019, para el 2022]	Duda	Probable	Probable	Duda	Muy probable	Probable	Duda	Muy probable
E2: Si para el 2022 se da un aumento del 5% en la balanza de producción de crudo, con respecto a la del 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E2: Aumento de las existencias de petróleo que permita que las ventas spot tengan mayores	Duda	Duda	Duda	Duda	Probable	Probable	Duda	Duda

existencias para negociar (Precio del WTI con un incremento moderado)]								
E2: Si para el 2022 se da un aumento del 5% en la balanza de producción de crudo, con respecto a la del 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E4: Aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada.]	Probable	Probable	Duda	Duda	Poco probable	Probable	Duda	Probable
E3: Si para 2022 en un aumento moderado del precio WTI de barril; se incrementa las existencias de petróleo destinadas para su comercialización bajo la modalidad de ventas spot, ¿cuál es la probabilidad, que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E1: La Balanza Comercial del sector hidrocarburífero aumente un 5% más que el año 2019, para el 2022]	Probable	Muy Probable	Duda	Duda	Probable	Duda	Probable	Muy Probable
E3: Si para 2022 en un aumento moderado del precio WTI de barril; se incrementa las existencias de petróleo destinadas para su comercialización bajo la modalidad de ventas spot, ¿cuál es la probabilidad, que ocurra cada uno de	Probable	Muy Probable	Duda	Duda	Muy Probable	Duda	Probable	Muy Probable

los siguientes eventos? [E3: Aumento en la Balanza de Producción del 5% en la producción de crudo]								
E3: Si para 2022 en un aumento moderado del precio WTI de barril; se incrementa las existencias de petróleo destinadas para su comercialización bajo la modalidad de ventas spot, ¿cuál es la probabilidad, que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E4: Aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada.]	Probable	Muy Probable	Poco probable	Duda	Poco probable	Probable	Probable	Probable
E4: Si para el 2022, se da un aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E1: La Balanza Comercial del sector hidrocarburífero aumente un 5% más que el año 2019, para el 2022]	Duda	Probable	Duda	Duda	Probable	Duda	Probable	Muy probable
E4: Si para el 2022, se da un aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E2: Aumento de las	Poco probable	Probable	Probable	Duda	Duda	Probable	Poco probable	Duda

existencias de petróleo que permita que las ventas spot tengan mayores existencias para negociar (Precio del WTI con un incremento moderado)]								
E4: Si para el 2022, se da un aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E3: Aumento en la Balanza de Producción del 5% en la producción de crudo]	Duda	Probable	Probable	Duda	Probable	Probable	Poco probable	Muy probable
E1. Si para el 2022, No ocurre un aumento del 5% en la cuenta corriente del sector hidrocarburífero con respecto al año 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de estos eventos? [E2: Aumento de las existencias de petróleo que permita que las ventas spot tengan mayores existencias para negociar (Precio del WTI con un incremento moderado)]	Poco probable	Poco probable	Poco probable	Probable	Poco probable	Poco probable	Probable	Duda
E1. Si para el 2022, No ocurre un aumento del 5% en la cuenta corriente del sector hidrocarburífero con respecto al año 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de estos eventos? [E3: Aumento en la	Poco probable	Poco probable	Poco probable	Duda	Duda	Poco probable	Duda	Duda

Balanza de Producción del 5% en la producción de crudo]								
E1. Si para el 2022, No ocurre un aumento del 5% en la cuenta corriente del sector hidrocarburífero con respecto al año 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de estos eventos? [E4: Aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada.]	Probable	Poco probable	Nada Probable	Duda	Poco probable	Poco probable	Duda	Probable
E2: Si para el 2022 , no ocurre un aumento del 5% en la balanza de producción de crudo, con respecto a la balanza de producción del 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E1: La Balanza Comercial del sector hidrocarburífero aumente un 5% más que el año 2019, para el 2022]	Nada probable	Duda	Poco probable	Poco probable	Duda	Poco probable	Duda	Poco probable
E2: Si para el 2022 , no ocurre un aumento del 5% en la balanza de producción de crudo, con respecto a la balanza de producción del 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E2: Aumento de las existencias de petróleo que permita que las ventas spot tengan mayores existencias para	Nada probable	Poco probable	Poco probable	Poco probable	Duda	Poco probable	Duda	Duda

negociar (Precio del WTI con un incremento moderado)]								
E2: Si para el 2022 , no ocurre un aumento del 5% en la balanza de producción de crudo, con respecto a la balanza de producción del 2019, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E4: Aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada.]	Duda	Poco probable	Nada probable	Poco probable	Poco probable	Duda	Duda	Duda
E3: Si para el 2022, en un aumento moderado del precio WTI de barril; no ocurre un aumento de las existencias de petróleo que permita que las ventas spot tengan mayores existencias de barriles para su comercialización, ¿cuál es la probabilidad, que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E1: La Balanza Comercial del sector hidrocarburífero aumente un 5% más que el año 2019, para el 2022]	Duda	Duda	Nada probable	Duda	Probable	Poco probable	Duda	Muy probable
E3: Si para el 2022, en un aumento moderado del precio WTI de barril; no ocurre un aumento de las existencias de petróleo que permita que las ventas spot tengan mayores existencias	Poco probable	Poco probable	Poco probable	Duda	Duda	Poco probable	Poco probable	Probable

de barriles para su comercialización, ¿cuál es la probabilidad, que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E3: Aumento en la Balanza de Producción del 5% en la producción de crudo]								
E3: Si para el 2022, en un aumento moderado del precio WTI de barril; no ocurre un aumento de las existencias de petróleo que permita que las ventas spot tengan mayores existencias de barriles para su comercialización, ¿cuál es la probabilidad, que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E4: Aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada.]	Probable	Duda	Nada probable	Duda	Poco probable	Probable	Poco probable	Probable
E4: Si para el 2022, no ocurre un aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E1: La Balanza Comercial del sector hidrocarburífero aumente un 5% más que el año 2019, para el 2022]	Nada probable	Poco probable	Poco probable	Poco probable	Probable	Duda	Poco probable	Probable
E4: Si para el 2022, no ocurre un aumento de la capacidad de producción de derivados de	Nada probable	Poco probable	Poco probable	Probable	Duda	Duda	Duda	Duda

hidrocarburos, por la inversión privada, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E2: Aumento de las existencias de petróleo que permita que las ventas spot tengan mayores existencias para negociar (Precio del WTI con un incremento moderado)]								
E4: Si para el 2022, no ocurre un aumento de la capacidad de producción de derivados de hidrocarburos, por la inversión privada, ¿cuál es la probabilidad que ocurra cada uno de los siguientes eventos? [E3: Aumento en la Balanza de Producción del 5% en la producción de crudo]	Duda	Duda	Duda	Probable	Probable	Duda	Duda	Probable

Elaborado por: Mildred Apolinario y Byron Manzo

ANEXO 3: Resultados de los modelos de serie de tiempo.

Valores de estimación de la producción de Balanza Comercial

BC_NORM : Datos reales normalizados

BC_NORM_1: Sin ruptura de SOTE y Sin COVID

BC_NORM_1_AJUSTADO: Sin ruptura del SOTE

Año	Mes	BC NORM (MMUSD)	BC NORM_1 (MMUSD)	BC NORM_1_Ajustado (MMUSD)	Error
2014	Enero	464,76	464,76	828,9951826	-2,935
2014	Febrero	652,36	652,36	882,9277395	74,182
2014	Marzo	801,88	801,88	593,0522767	-50,606

2014	Abril	386,19	386,19	744,7758285	5,97
2014	Mayo	1003,83	1003,83	450,9040135	-159,893
2014	Junio	789,24	789,24	872,2377	263,56
2014	Julio	730,57	730,57	802,6826214	-8,001
2014	Agosto	710,88	710,88	739,5649206	-77,4
2014	Septiembre	516,21	516,21	709,0586	56,632
2014	Octubre	437,72	437,72	547,2488782	-33,618
2014	Noviembre	346,06	346,06	446,5459167	-35,062
2014	Diciembre	157,7	157,7	350,1121318	-15,065
2015	Enero	205,7	205,7	177,898486	-236,649
2015	Febrero	129,86	129,86	175,6560424	-15,506
2015	Marzo	324,73	324,73	115,6347082	9,502
2015	Abril	220,87	220,87	257,0625496	150,951
2015	Mayo	437,76	437,76	209,0353667	46,938
2015	Junio	319,33	319,33	370,6829789	138,287
2015	Julio	339,74	339,74	315,7396651	0,041
2015	Agosto	258,41	258,41	319,340589	22,273
2015	Septiembre	203,89	203,89	256,0459226	2,156
2015	Octubre	145,52	145,52	198,1043733	4,239
2015	Noviembre	82,28	82,28	138,4322221	-16,028
2015	Diciembre	133,99	133,99	74,51896657	-23,977
2016	Enero	92,78	92,78	101,0392828	32,513
2016	Febrero	82,93	82,93	75,29669682	7,915
2016	Marzo	178,42	178,42	61,965397	28,403
2016	Abril	223,3	223,3	135,3657129	91,675
2016	Mayo	390,74	390,74	189,196295	113,349
2016	Junio	342,39	342,39	335,7071109	135,75
2016	Julio	327,1	327,1	332,6619293	41,848
2016	Agosto	215,83	215,83	320,0570073	-1,323
2016	Septiembre	267,37	267,37	228,8507024	-43,138
2016	Octubre	345,49	345,49	248,3623956	59,39
2016	Noviembre	259,18	259,18	315,5106339	114,972
2016	Diciembre	294,72	294,72	263,2278372	24,182
2017	Enero	285,05	285,05	279,2682382	-32,289
2017	Febrero	324,67	324,67	275,7093007	-5,026
2017	Marzo	290,38	290,38	306,6376602	103,209
2017	Abril	359,32	359,32	287,0117217	-73,041
2017	Mayo	252,64	252,64	337,3736194	93,614
2017	Junio	281,78	281,78	264,7990981	-155,728
2017	Julio	304,48	304,48	270,8418912	-15,117
2017	Agosto	270,59	270,59	290,5836512	17,2
2017	Septiembre	311,58	311,58	268,5744218	22,266
2017	Octubre	322,84	322,84	296,1254743	75,819

2017	Noviembre	396,37	396,37	311,8729916	63,541
2017	Diciembre	352,46	352,46	374,2803644	126,42
2018	Enero	458,1	458,1	354,4048922	-76,759
2018	Febrero	275,78	275,78	433,7452355	57,231
2018	Marzo	468,32	468,32	307,8018116	-18,026
2018	Abril	283,35	283,35	430,8757072	35,904
2018	Mayo	371,15	371,15	313,2981656	-43,296
2018	Junio	390,96	390,96	355,0863338	-68,8
2018	Julio	492,4	492,4	380,9461731	11,43
2018	Agosto	499,44	499,44	467,8576509	74,787
2018	Septiembre	414,22	414,22	494,2345287	88,665
2018	Octubre	340,75	340,75	432,7179831	14,668
2018	Noviembre	267,32	267,32	359,563261	-32,862
2018	Diciembre	263,21	263,21	283,7382811	-26,72
2019	Enero	280,64	280,64	262,4686127	-90,701
2019	Febrero	287,81	287,81	271,4248282	-14,115
2019	Marzo	454,32	454,32	279,4451192	71,992
2019	Abril	424,48	424,48	413,9256535	78,562
2019	Mayo	467,38	467,38	422,4141302	88,322
2019	Junio	337,89	337,89	458,5445175	-79,839
2019	Julio	503,16	503,16	364,1830891	-121,945
2019	Agosto	400,3	400,3	473,0460191	64,249
2019	Septiembre	336,92	336,92	417,2717365	2,689
2019	Octubre	332,8	332,8	353,5099388	-10,945
2019	Noviembre	283,18	283,18	335,0210002	12,197
2019	Diciembre	476,93	476,93	291,2280477	9,555
2020	Enero	334,5	334,5	434,9351723	82,008
2020	Febrero	156,62	352	356,0733299	-80,337
2020	Marzo	107,02	349,85	228,9181406	-60,965
2020	Abril	-101,47	347,71	147,639	-158,234
2020	Mayo	146,72	345,56	139,341	-5,916
2020	Junio	344,59	344,59	121,044	-54,058

Elaborado por: Mildred Apolinario y Byron Manzo

Valores de estimación de la producción de crudo

BPC_NORM : Datos reales normalizados

BPC_NORM_1: Sin ruptura de SOTE

BPC_NORM_1_AJUSTADO: Sin COVID y sin ruptura del SOTE

Año	Mes	BPC_NORM (MMbbl)	BPC_NORM_1 (MMbbl)	BPC_NORM_1_Ajustado (MMbbl)	Error
-----	-----	------------------	--------------------	-----------------------------	-------

2014	Enero	17,6228	17,6228	17,1809	0,44193
2014	Febrero	14,394	14,394	14,6017	-0,20768
2014	Marzo	17,7727	17,7727	17,5296	0,24314
2014	Abril	16,8057	16,8057	16,7911	0,01451
2014	Mayo	17,6982	17,6982	17,8676	-0,16934
2014	Junio	16,6582	16,6582	16,9403	-0,28205
2014	Julio	17,8268	17,8268	17,9153	-0,08844
2014	Agosto	17,9015	17,9015	18,0603	-0,15883
2014	Septiembre	16,5258	16,5258	16,8913	-0,36548
2014	Octubre	17,7909	17,7909	17,3935	0,39738
2014	Noviembre	16,8845	16,8845	16,9666	-0,08205
2014	Diciembre	17,9151	17,9151	18,0729	-0,15777
2015	Enero	17,8657	17,8657	18,1248	-0,25908
2015	Febrero	14,455	14,455	15,0794	-0,62441
2015	Marzo	17,6485	17,6485	17,873	-0,22449
2015	Abril	16,4368	16,4368	16,86	-0,42318
2015	Mayo	17,3441	17,3441	17,662	-0,31787
2015	Junio	16,2313	16,2313	16,6085	-0,37719
2015	Julio	17,1719	17,1719	17,4555	-0,28359
2015	Agosto	17,1506	17,1506	17,4278	-0,27719
2015	Septiembre	16,1693	16,1693	16,1609	0,00841
2015	Octubre	17,1779	17,1779	16,773	0,40488
2015	Noviembre	16,11	16,11	16,2778	-0,16776
2015	Diciembre	17,0275	17,0275	17,2219	-0,19445
2016	Enero	17,1127	17,1127	17,1732	-0,06055
2016	Febrero	15,1276	15,1276	14,2738	0,85376
2016	Marzo	17,6099	17,6099	17,6685	-0,05861
2016	Abril	16,653	16,653	16,7021	-0,04911
2016	Mayo	17,7424	17,7424	17,6615	0,08099
2016	Junio	16,5019	16,5019	16,7654	-0,26353
2016	Julio	17,4171	17,4171	17,684	-0,2669
2016	Agosto	17,5252	17,5252	17,6694	-0,14422
2016	Septiembre	16,7959	16,7959	16,4626	0,33331
2016	Octubre	17,6394	17,6394	17,2699	0,36946
2016	Noviembre	16,3153	16,3153	16,7227	-0,40741
2016	Diciembre	17,3686	17,3686	17,5941	-0,22554
2017	Enero	17,1778	17,1778	17,5492	-0,37133
2017	Febrero	13,9853	13,9853	14,5277	-0,5424
2017	Marzo	16,9464	16,9464	17,1504	-0,20402
2017	Abril	15,8437	15,8437	16,1081	-0,26442
2017	Mayo	17,0235	17,0235	16,8889	0,13465
2017	Junio	16,1972	16,1972	15,9873	0,20994
2017	Julio	17,2787	17,2787	17,0339	0,2448
2017	Agosto	17,1137	17,1137	17,2164	-0,10267
2017	Septiembre	15,8677	15,8677	16,0582	-0,19051

2017	Octubre	16,7841	16,7841	16,5793	0,20483
2017	Noviembre	15,6312	15,6312	15,9103	-0,2791
2017	Diciembre	16,5984	16,5984	16,7602	-0,16178
2018	Enero	16,4312	16,4312	16,6936	-0,2624
2018	Febrero	13,3983	13,3983	13,8087	-0,41038
2018	Marzo	16,3243	16,3243	16,3472	-0,02285
2018	Abril	15,498	15,498	15,3924	0,10553
2018	Mayo	16,4643	16,4643	16,3054	0,15891
2018	Junio	15,5129	15,5129	15,4351	0,07774
2018	Julio	16,7103	16,7103	16,3697	0,34059
2018	Agosto	16,9327	16,9327	16,5533	0,37946
2018	Septiembre	15,5553	15,5553	15,6209	-0,06552
2018	Octubre	16,3958	16,3958	16,2021	0,1937
2018	Noviembre	15,4518	15,4518	15,5176	-0,0657
2018	Diciembre	16,5862	16,5862	16,4521	0,13404
2019	Enero	16,7817	16,7817	16,5186	0,26308
2019	Febrero	13,9385	13,9385	13,8611	0,07734
2019	Marzo	16,9276	16,9276	16,731	0,19654
2019	Abril	15,8686	15,8686	15,8971	-0,02852
2019	Mayo	16,9824	16,9824	16,8268	0,1556
2019	Junio	15,9267	15,9267	15,9646	-0,03786
2019	Julio	17,2853	17,2853	16,9355	0,34982
2019	Agosto	17,5691	17,5691	17,1694	0,39968
2019	Septiembre	16,4072	16,4072	16,2201	0,18708
2019	Octubre	14,9208	14,9208	17,0019	-2,08107
2019	Noviembre	16,3906	16,3906	15,3274	1,06315
2019	Diciembre	17,3048	17,3048	16,7941	0,5107
2020	Enero	17,1271	17,1271	17,0594	0,0677
2020	Febrero	15,0419	15,0419	14,2544	0,78751
2020	Marzo	17,263	17,263	17,6237	-0,36074
2020	Abril	6,2971	16,9189	16,5339	0,38504
2020	Mayo	10,7019	17,2906	17,7439	-0,45326
2020	Junio	15,4353	17,0443	16,6006	0,44365

Elaborado por: Mildred Apolinario y Byron Manzo

Valores de estimación de la producción de derivados

DRV_NORM : Datos reales normalizados

DRV_NORM_1: Sin ruptura de SOTE

DRV_NORM_1_AJUSTADO: Sin COVID y sin ruptura del SOTE

Año	Mes	DRV_NORM	DRV_NORM_1	DRV_NORM_1_AJUSTADO	Error
-----	-----	----------	------------	---------------------	-------

2014	Enero	6,255	6,255	6,32877	-0,07395
2014	Febrero	5,127	5,127	5,25306	-0,12576
2014	Marzo	5,883	5,883	5,86495	0,01757
2014	Abril	5,906	5,906	5,29237	0,6132
2014	Mayo	5,887	5,887	6,14242	-0,25556
2014	Junio	6,545	6,545	5,76265	0,78253
2014	Julio	5,882	5,882	6,6523	-0,77054
2014	Agosto	5,613	5,613	6,15435	-0,54106
2014	Septiembre	5,166	5,166	5,40648	-0,24009
2014	Octubre	4,293	5,462	5,2841	0,17797
2014	Noviembre	4,659	5,279	5,13258	0,14594
2014	Diciembre	5,571	5,571	5,65989	-0,08917
2015	Enero	5,428	5,428	5,54029	-0,11222
2015	Febrero	4,500	4,500	4,55951	-0,05952
2015	Marzo	5,905	5,905	5,11846	0,78659
2015	Abril	5,426	5,426	5,08103	0,34482
2015	Mayo	5,588	5,588	5,70491	-0,11732
2015	Junio	5,380	5,380	5,46635	-0,08587
2015	Julio	5,761	5,761	5,69224	0,06897
2015	Agosto	5,932	5,932	5,72917	0,20313
2015	Septiembre	5,223	5,223	5,47716	-0,25438
2015	Octubre	5,674	5,674	5,3896	0,28468
2015	Noviembre	5,211	5,211	5,32482	-0,11357
2015	Diciembre	7,055	7,055	5,70795	1,34737
2016	Enero	6,714	6,714	6,53847	0,17577
2016	Febrero	5,870	5,870	5,61086	0,25915
2016	Marzo	7,074	7,074	6,66334	0,41022
2016	Abril	6,306	6,306	6,32043	-0,01432
2016	Mayo	6,404	6,404	6,83873	-0,43423
2016	Junio	5,954	5,954	6,42818	-0,47406
2016	Julio	6,268	6,268	6,49967	-0,2317
2016	Agosto	6,279	6,279	6,38852	-0,10999
2016	Septiembre	6,063	6,063	5,91616	0,1471
2016	Octubre	6,379	6,379	6,14585	0,23359
2016	Noviembre	6,076	6,076	6,03373	0,04178
2016	Diciembre	6,329	6,329	6,68108	-0,35225
2017	Enero	6,383	6,383	6,40526	-0,02204
2017	Febrero	5,326	5,326	5,38741	-0,06093
2017	Marzo	6,416	6,416	6,15771	0,25859
2017	Abril	5,122	5,122	5,73671	-0,61423
2017	Mayo	6,786	6,786	5,74942	1,03691
2017	Junio	6,472	6,472	6,24841	0,22355
2017	Julio	6,839	6,839	6,79274	0,04617
2017	Agosto	7,382	7,382	6,88362	0,49875
2017	Septiembre	6,763	6,763	6,78045	-0,01724

2017	Octubre	7,272	7,272	6,96156	0,31015
2017	Noviembre	6,732	6,732	6,88608	-0,15387
2017	Diciembre	7,272	7,272	7,49933	-0,22755
2018	Enero	7,173	7,173	7,34113	-0,16812
2018	Febrero	6,027	6,027	6,12352	-0,09667
2018	Marzo	6,876	6,876	7,02201	-0,14557
2018	Abril	6,328	6,328	6,27212	0,05622
2018	Mayo	7,078	7,078	6,88135	0,19631
2018	Junio	6,715	6,715	6,82461	-0,10921
2018	Julio	7,268	7,268	7,18214	0,08584
2018	Agosto	6,977	6,977	7,32354	-0,34629
2018	Septiembre	6,829	6,829	6,66777	0,16102
2018	Octubre	6,610	6,610	6,9606	-0,3506
2018	Noviembre	6,416	6,416	6,44936	-0,03374
2018	Diciembre	7,197	7,197	7,07263	0,12464
2019	Enero	7,077	7,077	7,1193	-0,04273
2019	Febrero	5,992	5,992	5,99216	-0,00029
2019	Marzo	6,085	6,085	6,92762	-0,84242
2019	Abril	5,708	5,708	5,77728	-0,06976
2019	Mayo	6,568	6,568	6,23045	0,33737
2019	Junio	6,418	6,418	6,23954	0,17862
2019	Julio	6,920	6,920	6,73746	0,18258
2019	Agosto	6,931	6,931	6,90089	0,0302
2019	Septiembre	6,697	6,697	6,50045	0,19647
2019	Octubre	5,966	5,966	6,7845	-0,81886
2019	Noviembre	6,248	6,248	5,99539	0,25219
2019	Diciembre	5,936	5,936	6,76195	-0,8261
2020	Enero	6,783	6,783	6,18124	0,60178
2020	Febrero	5,819	5,819	5,52218	0,29691
2020	Marzo	5,990	5,990	6,55418	-0,56452
2020	Abril	1,729	5,436	5,61786	-0,18178
2020	Mayo	1,908	5,556	5,98903	-0,43283
2020	Junio	5,081	5,081	5,51078	-0,43006

Elaborado por: Mildred Apolinario y Byron Manzo

