



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

INVERSIÓN ÓPTIMA EN TIEMPOS DE ALTAS VOLATILIDADES:

¿PETRÓLEO, GASOIL O “CRACK SPREAD”?

Aplicación del Valor en Riesgo a las cotizaciones de futuros de inversión

Autor: María Pérez Casado

Director: Leandro S. Escobar Torres

MADRID | Abril 2021

INVERSIÓN ÓPTIMA EN TIEMPOS DE ALTAS VOLATILIDADES: ¿PETRÓLEO, GASOIL O CRACK SPREAD?



RESUMEN

A lo largo de la historia, se han experimentado diversos periodos de incertidumbre que se han visto reflejados en el mundo financiero en las altas volatilidades de los instrumentos de inversión. Actualmente, la COVID-19 está dejando tras su paso grandes variaciones en las cotizaciones de los distintos productos, dejando un escenario financiero muy volátil e inestable. Con el fin de mitigar estas situaciones, existen diversas herramientas para medir los riesgos financieros, entre las que se encuentra el VaR. En el presente trabajo se analizará esta herramienta y se medirá su precisión en dos hechos reales que presentan un escenario económico volátil: La Primera Guerra del Golfo (1990-1991) y la COVID-19 (2019-presente).

Por su parte, la inversión en materias primas no es tarea fácil y es importante conocer sus riesgos antes de tomar una decisión de inversión. En este caso, se valorará la inversión en futuros de materias primas de tipo energético, como lo son el *crudo* (petróleo), el gasoil (producto derivado del petróleo) y el *Crack Spread* (diferencial entre el precio del crudo y de cualquiera de sus derivados, en este caso del precio del gasoil). Se analizará su comportamiento a lo largo de los años y se pondrá especial atención en estas épocas de grandes volatilidades, con el fin de analizar cómo se comporta el VaR en cada caso y concluir cuál de estos tres productos sería recomendado a la hora de invertir.

Palabras clave: Valor en Riesgo (VaR), valoración de futuros, método analítico o paramétrico, inversión, volatilidad, petróleo, *Brent*, gasoil, *Crack Spread*, materias primas.

ABSTRACT

Throughout history, there have been several periods of uncertainty reflected in the financial world by high volatility of investment instruments. Currently, the COVID-19 is leaving in its wake large variations in prices of different products, resulting in a very volatile and unstable financial scenario. In order to mitigate these situations, there are different tools to measure financial risks, including VaR. This paper will analyze this tool and measure its accuracy in two real events that display a volatile economic scenario: The First Gulf War (1990-1991) and COVID-19 (2019-present).

Moreover, commodity investment is not an easy task, and it is important to know its risks before making an investment decision. In this case, investments in energy commodities futures, such as crude oil (oil), gasoil (a product derived from oil) and the Crack Spread (differential between the price of crude oil and any of its derivatives, in this case the price of gasoil) will be assessed. Their behavior over the years will be analyzed paying particular attention to these periods of high volatility, in order to analyze how VaR behaves in each case as well as to conclude which of these three products would be recommended to invest in.

Keywords: Value at Risk (VaR), futures valuation, analytical or parametric method, investment, volatility, oil, Brent, gasoil, Crack Spread, commodities.

ÍNDICE

LISTADO DE ABREVIATURAS.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1.Finalidad y contexto.....	2
1.2.Estado de la cuestión: justificación y motivación del trabajo.....	3
1.3.Estructura del trabajo.....	5
2. INSTRUMENTOS DERIVADOS: MARCO TEÓRICO DE LOS FUTUROS FINANCIEROS.....	6
2.1.Concepto y clasificación de los instrumentos derivados.....	6
2.2.Los Mercado de Futuros.....	8
2.2.1 <i>Mercado Español de Futuros Financieros (MEFF)</i>	10
2.2.2 <i>La Cámara de Compensación</i>	11
2.3.Concepto de los futuros financieros.....	13
2.3.1. <i>Rentabilidad y riesgo</i>	17
2.3.2. <i>Valoración de los futuros financieros</i>	20
3. MARCO TEÓRICO DEL CRACK SPREAD.....	24
3.1.Concepto del “ <i>Crack Spread</i> ”.....	24
3.2.Factores que afectan a los precios del petróleo.....	25
3.2.1. <i>Precios del gasoil</i>	30
4. MARCO TEÓRICO DEL VALOR EN RIESGO (VaR).....	31
4.1.Contexto y origen.....	31
4.2.Concepto y definición del VaR.....	33
4.3.Metodologías de cálculo derivados.....	37
5. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL VaR.....	42
5.1.Aspectos básicos y planteamiento.....	42
5.2.Comportamiento VaR ante los escenarios planteados.....	44
5.3.Solución propuesta.....	55
5.4.Conclusiones caso práctico.....	64
6. CONCLUSIONES FINALES.....	66
BIBLIOGRAFÍA.....	69
ANEXOS.....	73

Índice de Ecuaciones:

Ecuación 1: Ajuste por diferencias.....	15
Ecuación 2: Valoración básica de un contrato de futuros.....	20
Ecuación 3: Valoración básica de un contrato de futuros sobre divisas.....	20
Ecuación 4: Expresión del precio teórico de un futuro.....	22
Ecuación 5: Expresión simplificada del precio teórico de un futuro.....	22
Ecuación 6: Descomposición de la expresión del precio teórico de un futuro.....	22
Ecuación 7: Precio teórico de un futuro empleando el coste neto de financiación.....	23
Ecuación 8: Rendimiento promedio de un activo.....	40
Ecuación 9: VaR analítico o paramétrico.....	41
Ecuación 10: Conversión del Gasoil en \$/tonelada a \$/barril.....	42

Índice de Ilustraciones:

Ilustración 1: Mercados de valores gestionados por la BME en España.....	9
Ilustración 2: Posición compradora en un contrato de futuros.....	14
Ilustración 3: Posición vendedora en un contrato de futuros.....	14
Ilustración 4: Representación del precio teórico de un futuro.....	21
Ilustración 5: Evolución histórica precios Futuros petróleo Brent.....	26
Ilustración 6: Determinación del nivel de confianza.....	35
Ilustración 7: Tipos de metodologías para el cálculo del VaR.....	37
Ilustración 8: Representación estándar campana de Gauss.....	39
Ilustración 9: Valor en Riesgo (VaR).....	41
Ilustración 10: Cotizaciones históricas del Brent, Gasoil y <i>Crack Spread</i> (1988-2021).....	43
Ilustración 11: Distribución rendimientos Brent, Gasoil y <i>Crack Spread</i> (1988-2021).....	44
Ilustración 12: Cotizaciones del Brent, Gasoil y <i>Crack Spread</i> (junio 1990 - agosto1991).....	45
Ilustración 13: VaR anual Brent al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	46
Ilustración 14: VaR anual Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	46
Ilustración 15: VaR anual <i>Crack Spread</i> al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	47
Ilustración 16: VaR mensual Brent al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	48
Ilustración 17: VaR mensual Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	48
Ilustración 18: VaR mensual <i>Crack Spread</i> al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	49
Ilustración 19: Cotizaciones del Brent, Gasoil y <i>Crack Spread</i> (octubre 2019 – marzo 2021).....	50
Ilustración 20: VaR anual Brent al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	51
Ilustración 21: VaR anual Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	52
Ilustración 22: VaR anual <i>Crack Spread</i> al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	52
Ilustración 23: VaR mensual Brent al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	53
Ilustración 24: VaR mensual Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	54
Ilustración 25: VaR mensual <i>Crack Spread</i> al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	54

Ilustración 26: VaR anual ₂ Brent al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	56
Ilustración 27: VaR anual ₂ Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	57
Ilustración 28: VaR anual ₂ Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	57
Ilustración 29: VaR mensual ₂ Brent al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	58
Ilustración 30: VaR mensual ₂ Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	59
Ilustración 31: VaR mensual ₂ Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo).....	59
Ilustración 32: VaR anual ₂ Brent al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	61
Ilustración 33: VaR anual ₂ Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	61
Ilustración 34: VaR anual ₂ Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	62
Ilustración 35: VaR mensual ₂ Brent al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	63
Ilustración 36: VaR mensual ₂ Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	63
Ilustración 37: VaR mensual ₂ Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19).....	64

Índice de Tablas:

Tabla 1: Clasificación por naturaleza de los derivados.....	6
Tabla 2: Clasificación de los principales tipos de derivados según el mercado en el que operan	7
Tabla 3: Clasificación principales derivados según el mercado en el que operan y su organismo Supervisor.....	8
Tabla 4: Liquidaciones a vencimiento del contrato de futuros en función de la posición y el precio.....	12
Tabla 5: Clasificación de los contratos de futuros.....	16
Tabla 6: Resultados ejemplo cobertura estándar.....	18
Tabla 7: Resultados ejemplo cobertura anticipatoria.....	19
Tabla 8: Niveles de confianza más frecuentes.....	40
Tabla 9: Volatilidad anual y mensual Brent, Gasoil y Crack Spread (1990-1991).....	45
Tabla 10: VaR anual Brent, Gasoil y Crack Spread (1990-1991).....	47
Tabla 11: VaR mensual Brent, Gasoil y Crack Spread (1990-1991).....	49
Tabla 12: Volatilidad anual y mensual Brent, Gasoil y Crack Spread (2019-2021).....	51
Tabla 13: VaR anual Brent, Gasoil y Crack Spread (2019-2021).....	53
Tabla 14: VaR mensual Brent, Gasoil y Crack Spread (2019-2021).....	55
Tabla 15: VaR anual ₂ Brent, Gasoil y Crack Spread (1990-1991).....	58
Tabla 16: VaR mensual ₂ Brent, Gasoil y Crack Spread (1990-1991).....	60
Tabla 17: VaR anual ₂ Brent, Gasoil y Crack Spread (2020).....	62
Tabla 18: VaR mensual ₂ Brent, Gasoil y Crack Spread (2020).....	64

LISTADO DE ABREVIATURAS

BDE:	Banco de España
BME:	Bolsas y Mercados Españoles
CNMV:	Comisión Nacional del Mercado de Valores
COVID-19:	<i>Coronavirus Disease 2019</i>
MEFF:	Mercado Español de Futuros Financieros
NIC 32:	Norma Internacional de Contabilidad N°32
OPEP:	Organización de Países Exportadores de Petróleo
OPEP+:	Organización de Países Exportadores de Petróleo y aliados
OTC:	<i>Over The Counter</i>
VaR:	<i>Value at Risk</i> (Valor en Riesgo)

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Finalidad, contexto y metodología

La **finalidad** de este trabajo es profundizar en el concepto y funcionamiento del Valor en Riesgo (VaR), una herramienta estadística sencilla que sirve para medir riesgos financieros, y que será aplicado a los contratos de futuros, un tipo de derivado financiero. La metodología VaR, será empleada concretamente a contratos de futuros de petróleo (una de las *commodities* más comercializada en los mercados financieros de todo el mundo¹), gasoil y *Crack Spread*. De esta manera, lo que se pretende es, mediante el análisis de los escenarios seleccionados, poder comparar el rendimiento fruto de la inversión en cada uno de ellos y la precisión de la información calculada por el VaR ante esas situaciones.

El término *commodity* viene del inglés y se traduce literalmente como “materia prima”. Se trata de un tipo de productos de inversión que tienen presencia desde hace varios siglos en los mercados financieros y que actualmente representan una cuota importante del total de activos financieros². Las inversiones en *commodities* suelen realizarse generalmente mediante contratos de futuros, y resultan bastante atractivas como instrumentos de inversión, ya que, entre otras ventajas, se pueden mantener con facilidad tanto posiciones a corto como a largo plazo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, dentro de las desventajas que presentan, hay que prestar especial atención a su volatilidad. Las *commodities* son un instrumento financiero muy volátil, por lo que, en épocas de altas volatilidades, como las que serán analizadas posteriormente, hay que prestar especial atención a la posición que se tiene en ellas³.

La **situación** que actualmente se está viviendo de manera global causada a efectos de la COVID-19, además de estar dejando tras de sí un horrible panorama social, supuso una

¹ Castro, L.F., (2019) “¿Qué son los commodities? Características y tipos”, *Rankia Blog*. (Disponible en: <https://www.rankia.co/blog/analisis-colcap/3690806-que-son-commodities-caracteristicas-tipos>)

² Casado, F., Márquez, L.F., San Martín, B., y Sarrías, R., (s.f) “Las commodities como instrumento de inversión”, *Máster en Mercados Financieros, IDEC-UPF*. (Disponible en: https://www.bsm.upf.edu/documents/mmf/07_04_commodities.pdf)

³ “CCOO Por una plena soberanía alimentaria”, *Documento sobre criterios de inversión en “commodities” alimentarias y contra las inversiones especulativas en productos alimenticios que provocan hambrunas en países del tercer mundo y en vías de desarrollo*, junio 2013, p.9. (Disponible en: https://www.ccoo.cat/pdf_documents/plans_fons_pensions_archivos/2013/Sobirania%20Alimentaria/doc_sobealimentaria.pdf)

paralización económica total durante meses, y todavía se sigue sin recuperar la actividad normal de las personas y países. Todo ello supone un choque económico muy brusco al que se tienen que enfrentar todos los países, y que deja un ambiente de inestabilidad y desconfianza económico muy grande.

Al ser el momento actual un momento inestable y que se prevé que se alargue en el tiempo, se ha decidido analizar la metodología del VaR en situaciones así. Con ello, se tratará de analizar su proximidad a los resultados reales y encontrar algún factor correctivo para que pueda ser utilizado con mayor exactitud en la situación actual o en futuras situaciones de altas volatilidades.

Para **lograr** este propósito, se ha recurrido en primer lugar, al cálculo de manera analítica de los valores del VaR en cada uno de los casos. Por su parte, la elección de los factores correctores seleccionados para la solución propuesta ha sido mediante pruebas de distintos valores analizando visualmente su efecto hasta encontrar el resultado buscado.

1.2. Estado de la cuestión: justificación y motivación del trabajo

Desde hace ya poco más de un año, el tema más recurrente en los distintos ámbitos de la vida de todas las personas a nivel mundial está siendo la actual crisis del Coronavirus. Esta situación es algo que concierne a todo el mundo, indiferentemente de la edad, profesión o nacionalidad. Con el cierre total de todo tipo de negocios (exceptuando aquellos esenciales) durante meses, y sin lograr recuperar su actividad normal un año después, muchas empresas se han visto obligadas a tomar medidas drásticas con el fin de mitigar de alguna manera todas las pérdidas generadas. Estas medidas incluyen tanto la disminución del número de establecimientos como la disminución del número de personal. Y es que, en abril del pasado año casi diez millones de personas perdieron su empleo en EE.UU. en apenas dos semanas⁴ y aquí, en España más de un millón y medio de personas han perdido su empleo a causa de la COVID-19 o aún no se han incorporado

⁴ “Casi 10 millones de personas han perdido su empleo en EE.UU. en las últimas dos semanas por el coronavirus”, *Coronavirus*, RTVE, abril 2020. (Disponible en: <https://www.rtve.es/noticias/20200402/casi-10-millones-personas-han-perdido-su-empleo-eeuu-ultimas-dos-semanas-coronavirus/2011349.shtml>)

a su trabajo⁵. Según los datos proporcionados por La Moncloa, el número de personas en ERTE a finales del pasado enero de 2021 se situaba en 739.000 (Moncloa.gob.es, La Moncloa).

Todas estas noticias y cifras han producido a su vez un efecto en las personas que afortunadamente conservan su empleo ya que, en su mayoría, ha aumentado la sensación de una gran inseguridad laboral⁶. Este “efecto en cadena” continúa hasta muchas otras ramas como lo es la inversión. Al fin y al cabo, todos los sentimientos de incertidumbre e inseguridad provocan una disminución en el deseo de la gente por invertir, ya que prevalece la necesidad de ahorrar. Esto hace que a los inversores les muevan unos rasgos más racionales, traducidos en una aversión al riesgo y un deseo de poder controlar mejor su inversión y, sobre todo, sus probabilidades de pérdida.

Con todo ello, surge la necesidad de investigación y análisis de herramientas destinadas precisamente a esto, a medir el riesgo y la máxima pérdida probable que puede conllevar una determinada inversión. El VaR es una herramienta que resulta interesante y de gran accesibilidad, ya que supone un cálculo muy sencillo que no conlleva necesariamente grandes conocimientos sobre el mismo. Sin embargo, se trata de una herramienta bastante precisa en condiciones normales, y la situación actual claramente no es ejemplo de ello.

A razón de todo lo mencionado, se ha considerado útil y necesario profundizar en la herramienta del VaR, de manera que se consiga encontrar algún factor correctivo que lo haga más preciso, y poder ayudar a controlar y saber gestionar una inversión en este tipo de situaciones

⁵ Pérez, G.R., (septiembre 2020), “Más de un millón y medio de personas han perdido su empleo o no se han reincorporado por el coronavirus”, *Economía*, El País. (Disponible en: <https://elpais.com/economia/2020-09-28/mas-de-un-millon-y-medio-de-personas-han-perdido-su-empleo-o-no-se-han-reincorporado-por-el-coronavirus.html>)

⁶ Ruiz-Valenzuela, J., (abril 2020), “Pérdida de empleo e inseguridad laboral en tiempos de Covid-19: posibles efectos en el desempeño educativo de los hijos”, *EsadeEcPol Insight*, nº7. (Disponible en: <https://www.esade.edu/itemsweb/research/EsadeEcPol-Policy-Insight-7.pdf>)

1.3. Estructura del trabajo

El presente proyecto de investigación quedará dividido en cuatro grandes partes y, por último, se cerrará el estudio con un apartado de conclusiones generales obtenidas una vez finalizado el proyecto. Por su parte, las cuatro partes principales serán:

- En primer lugar, se encuentra desarrollado el concepto de futuro financiero. En este apartado, se comienza explicando de manera genérica en qué consisten los instrumentos derivados. Una vez introducido este término, se procederá a la explicación del concepto y funcionamiento de los mercados de futuros, y por último se detalla el concepto de futuro financiero, su clasificación, funcionamiento y valoración.
- En segundo lugar, se explicará más profundamente el concepto de *Crack Spread*, así como los factores que afectan a los precios del petróleo y, consecuentemente, a sus derivados financieros, concretamente al gasoil.
- En tercer lugar, tendrá lugar el estudio del Valor en Riesgo (VaR). En este punto se analizará el origen del VaR, se detallará conceptualmente en qué consiste, los parámetros que lo forman, así como las distintas metodologías existentes para su cálculo.
- Por último, se desarrollará un caso práctico en el que se pretende analizar la precisión del VaR del petróleo *Brent*, del gasoil y del *Crack Spread* en distintos escenarios reales caracterizados por sus altas volatilidades. De esta manera, lo que se pretende es analizar y comparar el comportamiento del VaR en cada uno de estos escenarios. Con el fin de ver cuál sería aquel producto que supondría una inversión más controlada, así como tratar de obtener algún factor corrector del VaR en este tipo de momentos que no se caracterizan por presentar condiciones normales.

2. MARCO TEÓRICO DE LOS FUTUROS FINANCIEROS

2.1. Concepto y clasificación de los instrumentos derivados

De acuerdo con la Norma Internacional de Contabilidad (NIC) 32, un **instrumento financiero** es “cualquier contrato que dé lugar a un activo financiero en una entidad y a un pasivo financiero o a un instrumento de patrimonio en otra entidad”⁷. La normativa contable establece varias formas que puede adoptar un instrumento financiero, de todas ellas, el presente trabajo se centrará en los instrumentos derivados, dentro de los cuales se encuentra su objeto de estudio, los futuros financieros.

La Comisión Nacional de Mercado de Valores (CNMV) establece que los productos derivados son un tipo de instrumento financiero cuyo valor *deriva* de la evolución de los precios de los activos subyacentes⁸. A diferencia de las operaciones al contado, “un derivado es un pacto cuyos términos se fijan hoy, pero la transacción se hace en una fecha futura”⁹ y dan lugar a que el proceso de compra y venta no sea necesariamente en el orden clásico, de tal manera que se pueda vender caro y comprar barato.

Tabla 1: Clasificación por naturaleza de los derivados

Por complejidad	Derivado “Plain vanilla”	Versión más simple
	Derivado exótico	Más complejos
Por los agentes que intervienen	Derivados OTC	Acordados entre empresas o bancos
	Exange Traded Derivatives (ETD)	Objeto de compraventa en mercados financieros
Por el tipo del valor del subyacente	De tipo de interés	Dependientes del tipo de interés
	“Forex”	Dependientes del tipo de cambio
	Sobre “ <i>equities</i> y <i>commodities</i> ”	Dependientes del activo intercambiado en un mercado de valores
	De crédito	Se refieren al riesgo de un crédito o de un bono

Fuente: BBVA Economía financiera; elaboración propia

⁷ Norma Internacional de Contabilidad N° 32 (NIC 32), IASCF, enero 2006.

⁸ Los subyacentes utilizados pueden ser muy variados: acciones, cestas de acciones, valores de renta fija, divisas, tipos de interés, índices bursátiles, materias primas y productos más sofisticados, incluso la inflación o los riesgos de crédito. (CNMV & Instituto MEFF, 2006)

⁹ CNMV & Instituto MEFF, (2006), “Guía informativa de la CNMV: Qué debe saber sobre Opciones y Futuros”, CNMV. (Disponible en: https://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/Guias/GUIA_OPCYFUT.PDF)

Tabla 2: Clasificación de los principales tipos de derivados según el mercado en el que operan

Estandarizados (Negociados en mercados organizados)	Negociados en mercados OTC
<ul style="list-style-type: none"> - Futuros - Opciones 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Forwards</i> - <i>Swaps</i>

Fuente: elaboración propia

En épocas de crisis e incertidumbre como la actual, causada por la COVID-19, variables generalmente estáticas resultan ser muy volátiles. Un ejemplo de esto y que será variable de estudio en este trabajo, son los precios del petróleo. Los productos derivados, cobran una mayor importancia en entornos de alta volatilidad y operar con ellos tiene tres finalidades básicas¹⁰:

- i) Cobertura de riesgos (*Hedging*): Hace referencia a la habilidad de una persona de emplear los productos derivados para reducir o cubrir los riesgos financieros, durante el periodo de tiempo en el que tenga lugar el contrato. Estos riesgos son resultado de las fluctuaciones de los activos o de cambios adversos en sus precios.
- ii) Especulación: En este caso, el especulador de mercado trata de tomar una ventaja de las diferencias de precio de entrada y salida de un activo financiero, con el fin de obtener un rendimiento que se adecúe al nivel de riesgo asumido.
- iii) Arbitraje: “Consiste en realizar una operación en los mercados financieros para obtener una ganancia a valor presente sin riesgo, aprovechando alguna imperfección detectada en dichos mercados”¹¹. Un ejemplo de esto puede ser abrir posiciones alcistas en un mercado y bajistas en otro con el fin de crear distintas oportunidades.

Una vez introducidos los derivados financieros, se muestra una clasificación más completa de los mismos, incluyendo el mercado en el que actúan, así como el organismo encargado de su supervisión:

¹⁰ BBVA (mayo 2020) “¿Qué son los contratos de futuros?”. *Educación financiera, BBVA*. (Disponible en: <https://www.bbva.com/es/que-son-los-contratos-de-futuros/>)

¹¹ De Lara Haro, A., “Productos derivados financieros”, *Introducción a los productos derivados*, Editorial Limusa, 2005, pp. 11-14.

Tabla 3: Clasificación principales derivados según el mercado en el que operan y su organismo supervisor

Tipo	Categoría	Mercado en el que actúan	Supervisor
Productos derivados	Futuros	Mercados regulados / Mercados organizados	CNMV
	Opciones		
Productos estructurados	Certificados		
Otros productos no negociables	CFAs ¹²	–	
Productos derivados OTC	Contratos a plazo (<i>forwards</i>)	Mercados OTC	No Supervisados
	Permutas financieras (<i>swaps</i>)		

Fuente: *Guía informativa de la CNMV*; Elaboración propia

2.2. Los Mercados de Futuros

Como ya se ha mencionado, en las operaciones con derivados financieros, las transacciones se realizan en una fecha futura a pesar de que los términos se hayan pactado en el momento actual. Esta forma de actuación es tan antigua como el propio comercio y en el siglo XVII surgen los primeros mercados organizados en Japón. Sin embargo, no fue hasta el siglo XIX cuando aparece en Chicago uno de los mercados de derivados más importantes del mundo, en el que actualmente se negocian los contratos¹³, el Chicago Board of Trade.

Los futuros financieros son negociados en los mercados organizados. En este tipo de mercados financieros, las transacciones de compraventa de los activos financieros están reguladas por unas normas concretas, es decir, son mercados que cuentan con una normativa que guía su actuación. En el caso de España, los mercados regulados han realizado sus propias normas, pero para realizar algunos cambios normativos relativos al

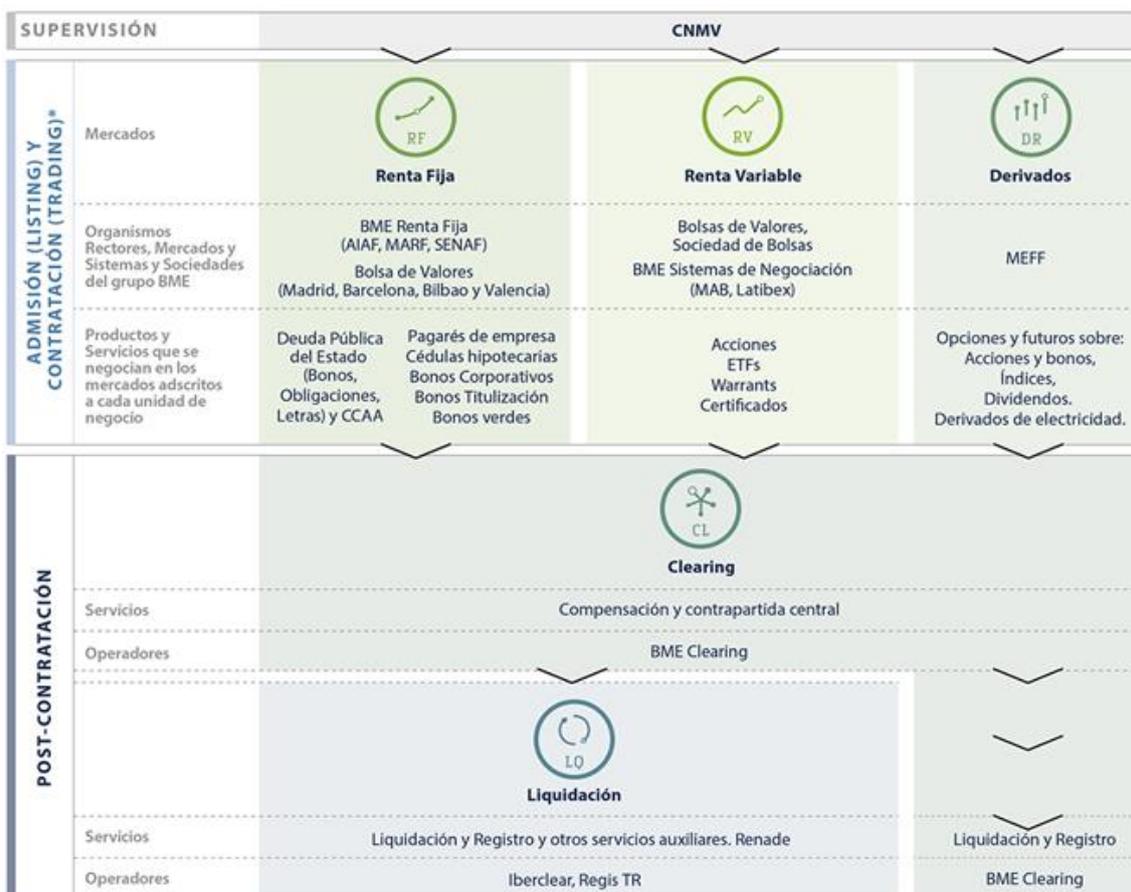
¹² CFAs: Contratos Financieros Atípicos

¹³ “Guía informativa de la CNMV: Qué debe saber sobre Opciones y Futuros”, “cit”.

reglamento del mercado y a las condiciones generales de los contratos, deben solicitarlos a la CNMV y al Ministerio de Economía¹⁴. Los mercados regulados en España son denominados mercados secundarios oficiales y son gestionados por la BME¹⁵:

- Las Bolsas de Valores.
- El Mercado de Renta Fija pública y privada (AIAF).
- El Mercado de Futuros y Opciones (MEFF)

Ilustración 1: Mercados de valores gestionados por la BME en España



(*) En la actualidad todo se negocia en plataformas electrónicas.

Fuente: *Bolsa de Madrid*

¹⁴ “Organización de los mercados de derivados y las cámaras de contrapartida central. (Borrador sujeto a cambios)”, CNMV, 2009 (disponible en: https://www.uv.es/finanzas/documentos/ponencia_fjgonzalez.pdf)

¹⁵ Bolsa de Madrid – Estructura del Mercado de Valores. (Disponible en: [https://www.bolsamadrid.es/esp/Inversores/MercadoEsp.aspx#:~:text=Los%20mercados%20regulados%20espa%C3%B1oles%20reciben%20la%20denominaci%C3%B3n%20de,\(MEFF\).%20Todos%20estos%20mercados%20son%20gestionados%20por%20BME](https://www.bolsamadrid.es/esp/Inversores/MercadoEsp.aspx#:~:text=Los%20mercados%20regulados%20espa%C3%B1oles%20reciben%20la%20denominaci%C3%B3n%20de,(MEFF).%20Todos%20estos%20mercados%20son%20gestionados%20por%20BME))

Tal y como establece la Bolsa de Madrid, “La Directiva de Mercados de Instrumentos Financieros (MiFID) reconoce el mercado regulado como el mercado de referencia, y establece la necesidad de estrictos requisitos para autorizar tanto los mercados regulados como sus operadores e intermediarios” (Bolsa de Madrid, s.f).

A diferencia de los mercados no regulados conocidos como mercados OTC (“*Over-The-Counter*”), los mercados organizados presentan las siguientes características:

- Como se ha indicado previamente, son mercados que están **regulados** y **supervisados**, mientras que en los mercados OTC se establecen acuerdos a medida en base a las necesidades de cada una de las partes.
- En las transacciones realizadas en los mercados organizados se elimina o reduce el riesgo de contrapartida, ya que aparece la **Cámara de Compensación** ofreciendo garantía de que ambas partes podrán cumplir con las condiciones del contrato.
- Los **contratos** que se negocian en los mercados regulados son contratos cuyas características principales (importe, fecha de vencimiento, forma de liquidación o tipo de activo subyacente) están **estandarizadas**. Esto aporta una gran ventaja en las operaciones en estos mercados, ya que a diferencia de en los mercados OTC, la posición compradora puede cerrar la posición antes de la fecha de vencimiento realizando una operación contraria, es decir tomando la posición de vendedora y viceversa.

2.2.1. Mercado Español de Futuros Financieros (MEFF)

En España, fue en 1989 cuando se crea el mercado de futuros y opciones financieras, denominado como Mercado Español de Futuros Financieros (**MEFF**) y que actualmente pertenece a Bolsas y Mercados Españoles¹⁶. Se trata de un mercado oficial, regulado y supervisado por la CNMV donde se negocian futuros y opciones sobre el Ibex35, acciones individuales y algunos futuros sobre renta fija. Paralelamente a la creación del MEFF, se crea el MeffClear que es “una entidad que actúa como Cámara de Contrapartida Central (CCP) para las operaciones sobre valores de renta fija negociados en mercados de valores, sistemas electrónicos o negociados por otros medios entre los Miembros Liquidadores

¹⁶ Castellanos, E., (mayo 2019), “Manual de Futuros”, *MEFF, BME*. (Disponible en: https://www.meff.es/docs/docsSubidos/Folleto/MEFF_Manual_Futuros_MY19.pdf)

y/o clientes” (Castellanos, E., MEFF). Actualmente, los futuros sobre activos financieros que se negocian en el MEFF son:

- Futuros sobre el Ibex35.
- Futuros sobre las acciones.
- Futuros sobre dividendos de acciones.
- Futuros sobre el bono nacional a 10 años.

2.2.2. La Cámara de Compensación

La Cámara de Compensación es la parte más importante de los mercados organizados y es con la que se conoce al propio mercado en los mercados de productos derivados¹⁷. Se trata de una institución financiera que proporciona a sus miembros servicios de compensación y liquidación de pagos sobre transacciones de derivados financieros.

La función principal de la Cámara de Compensación es asegurar a ambas partes de un contrato de futuros, que el día del vencimiento de dicho contrato podrán comprar y vender el activo pactado. De esta manera, es la Cámara la que está asumiendo el riesgo de contrapartida¹⁸ y para gestionarlo utiliza una serie de mecanismos:

Depósito de garantías: con el fin de mitigar las posibles pérdidas que pueda tener que soportar, la Cámara de Compensación exige a los operadores de mercado¹⁹ depositar una cantidad en efectivo o en acciones del IBEX35. Esta cantidad se trata de un porcentaje a modo de “garantía” por cada posición abierta que implique obligaciones, que variará en función de cada tipo de contrato y del activo subyacente y, será devuelto nuevamente al cliente una vez haya cerrado su posición²⁰. El MEFF es el encargado de establecer estas cantidades mínimas, que posteriormente podrán ser aumentadas en un determinado porcentaje por los operadores de mercado.

¹⁷ Expansion.com, U. (n.d.). “Cámara de compensación”. (Disponible en: <https://www.expansion.com/diccionario-economico/camara-de-compensacion.htm>)

¹⁸ Riesgo de contrapartida: riesgo de incumplimiento de la obligación por parte de cualquiera de los agentes intervinientes en el mercado

¹⁹ Operadores de mercado: intermediarios entre el cliente y la Cámara

²⁰ Cerrar posición: las obligaciones y derecho que se tenían ante la Cámara desaparecen

Liquidación Diaria de pérdidas y ganancias: también es conocido como “marcar al mercado” (*mark-to-market*). Se trata de un proceso que consiste en realizar una valoración diaria a precio de cierre de las posiciones abiertas en contrato, imputando así, en la cuenta del cliente, el beneficio o pérdida, derivados de las variaciones de precios del futuro. Además, también se ajustará de manera diaria el importe de las garantías²¹.

Tabla 4: Liquidaciones a vencimiento del contrato de futuros en función de la posición y el precio

	Precio cierre _t < Precio cierre _(t+1)	Precio cierre _t > Precio cierre _(t+1)
POSICIÓN COMPRADORA	(+) Abono de la diferencia al cliente.	(-) Cargo de la diferencia al cliente.
POSICIÓN VENDEDORA	(-) Cargo de la diferencia al cliente.	(+) Abono de la diferencia al cliente.

Fuente: elaboración propia

De esta manera y a modo de síntesis:

- 1) El cliente debe depositar en una cuenta establecida por la Cámara de Compensación una determinada cantidad (solicitada por su operador de mercado) en el momento de pactar un contrato. Esta cantidad es denominada “**margen inicial**” o **garantías**.
- 2) Al final de cada día se realiza el proceso de liquidación diaria (*mark-to-market*), que sirve para ajustar la **cuenta de margen** de tal manera que se reflejen de manera diaria la ganancia o pérdida del cliente.
 - * Para garantizar que la cuenta de margen no sea negativa, se establece el “**margen de mantenimiento**”. De esta manera si el saldo de la cuenta de margen llegara a ser igual o inferior al margen de mantenimiento, el cliente recibirá un “*margin call*” con el fin de que el cliente reestablezca al día siguiente el margen inicial. En el caso de que el cliente no logre restablecer el margen inicial, se cerrarán de forma inmediata todas sus posiciones en el mercado considerando que se ha producido un incumplimiento de su contrato.

²¹ El aula de finanzas (2016). “Futuros financieros. Liquidación diaria de pérdidas y ganancias. Ejemplo práctico.” [vídeo]. (Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=CnGeMnfrUK0&t=1s>)

- 3) A vencimiento de contrato, se realizará la liquidación diaria correspondiente además del reembolso de las garantías aportadas ya que deja de existir la obligación.

2.3. Concepto de los Futuros Financieros

Antes de profundizar en el concepto de futuro financiero, conviene definir lo que sería su antecedente: los contratos a plazo o contratos *forward*.

Los contratos *forward* son un acuerdo entre dos partes en el que se pacta, en el momento actual, la compraventa de un activo, pero la liquidez del acuerdo tiene lugar en el futuro. Se trata de contratos privados extrabursátiles, es decir, que operan fuera de bolsa o de mercados organizados (mercados OTC). La principal diferencia entre los contratos *forward* y los contratos de futuros es precisamente esta, el tipo de mercado en el que operan²².

Por su parte, un contrato de **futuros** se define como un acuerdo entre dos partes para el intercambio de un activo subyacente, en una fecha futura predeterminada y a un precio previamente fijado. En los contratos de futuros, por lo tanto, se pueden distinguir fundamentalmente los siguientes elementos²³:

- **Activo o bien subyacente** que es el activo al que hace referencia el futuro.
- **Importe o precio del contrato** previamente prefijado entre ambas partes en el momento en el que se formaliza el contrato.
- **Sistema de liquidación**, que hace referencia a la manera en la que se liquidará el contrato. Ésta puede ser por entrega del subyacente (el comprador recibe el activo y el vendedor recibe el importe acordado) o liquidación por diferencias (se realiza el intercambio de la ganancia o pérdida generadas).
- **Fecha de vencimiento** del contrato.

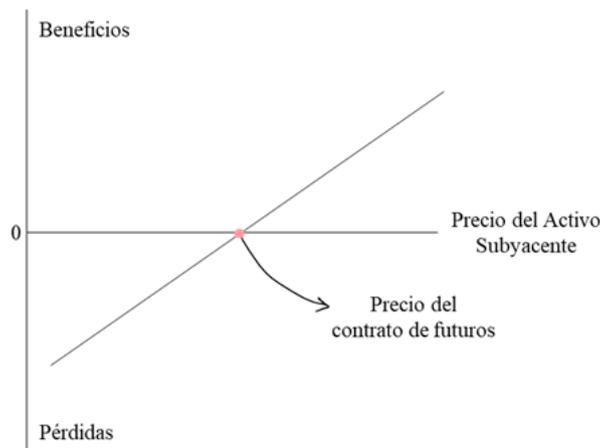
²² Detallado en el punto 2.2. del presente trabajo

²³ Castañeda Méndez, A.G., (mayo 2013), "Elementos de los Contratos a Futuro". (Disponible en: <https://es.scribd.com/document/139557377/Elementos-de-Contratos-a-Futuro>)

En un contrato de futuros, cada una de las partes adopta una posición:

- Posición larga: se trata de la posición que adopta la persona que se compromete a comprar el activo subyacente, es la posición que adopta el **comprador**. En la fecha de vencimiento del contrato, es quien tendrá derecho a recibir el activo subyacente en el caso de que éste se liquidase por entrega física.

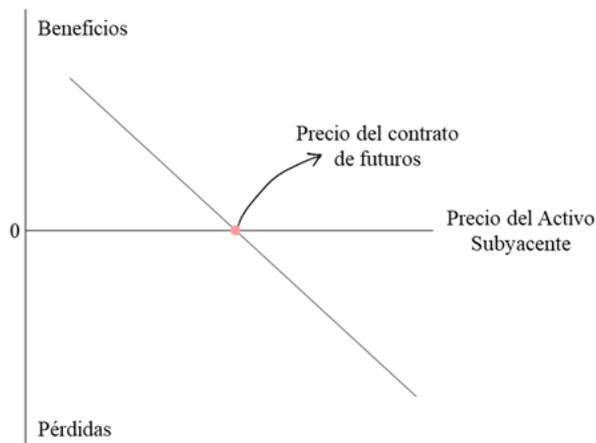
Ilustración 2: Posición compradora en un contrato de futuros



Fuente: elaboración propia

- Posición corta: en este caso se habla de la posición que adopta el **vendedor** del activo subyacente, quién se compromete a entregar dicho activo al vencimiento si se liquidase por entrega física.

Ilustración 3: Posición vendedora en un contrato de futuros



Fuente: elaboración propia

Tal y como se ha mencionado previamente, a vencimiento, otra opción sería la de realizar un **ajuste por diferencias**. Este ajuste consiste en intercambiar en la fecha de vencimiento solamente el beneficio o pérdida resultante de la realización de esa compraventa. En este caso, el pago a vencimiento de un futuro será²⁴:

Ecuación 1: Ajuste por diferencias

$$P = S - K$$

donde:

P = pago a vencimiento de un futuro.

S = precio del activo subyacente.

K = precio prefijado en el contrato de futuro.

De esta manera, si el precio del activo subyacente (S) es superior al precio de contratación (K) el vendedor tendrá que pagar al comprador, y en caso contrario, será el comprador el que tenga que pagar al vendedor.

Otra situación que puede darse es que el inversor de futuros (comprador) “abra posiciones cortas” o, también denominado, “ponerse corto”, es decir, que venda el futuro sin haberlo comprado antes. Esta situación es posible ya que lo que se está vendiendo es una posición en un contrato en el que el vendedor está asumiendo una obligación.

Por lo tanto, los futuros quedarían definidos en las siguientes características operativas²⁵:

- Las condiciones a las que están sujetas los contratos de futuros están estandarizadas en lo que se refiere a su importe nominal, objeto y fecha de vencimiento.
- Son negociados en mercados organizados, por lo que pueden ser comprados o vendidos sin necesidad de esperar a su fecha de vencimiento.
- Con el fin de evitar el riesgo de contrapartida, ambas partes del contrato han de aportar un importe como señal de la ejecución de su compromiso. Este importe es

²⁴ Lucas, J. M^a. y Lumbreras, S., (2012), “Una introducción a los mercados de futuros y opciones”. (Disponible en: <https://www.iit.comillas.edu/docs/IIT-12-024A.pdf>)

²⁵ “Guía informativa de la CNMV: Qué debe saber sobre Opciones y Futuros”, “cit”.

denominado “garantías al mercado” y se determina en función de las posiciones abiertas que posean.

Los contratos de futuros financieros se clasifican en función del activo subyacente y podrían dividirse en dos categorías²⁶:

Tabla 5: Clasificación de los contratos de futuros

CONTRATOS DE FUTUROS SOBRE INSTRUMENTOS FINANCIEROS	
Contratos de futuros sobre tasas de interés	Son contratos de futuros sobre activos subyacentes cuyo precio depende de los tipos de interés del mercado. Son empleados para tratar de cubrir el riesgo de tipo de interés en títulos de renta fija (como obligaciones, bonos, etc.). Estos contratos pueden ser a largo y a corto plazo.
Contratos de futuros sobre divisas	Son contratos que surgen para tratar de cubrir el riesgo de tipo de cambio, y en ellos se comercializan todo tipo de divisas.
Contratos de futuros sobre índices bursátiles	En este tipo de contratos el activo subyacente no existe físicamente y por ello no se realiza entrega de este a vencimiento. El precio fijado de estos contratos depende de variaciones del índice bursátil.
CONTRATOS DE FUTUROS SOBRE ACTIVOS FÍSICOS	
Son contratos que se realizan sobre materias primas (<i>Commodities</i>)	
Contratos de futuros de productos agrícolas	
Contratos de futuros de productos energéticos	Dentro de los cuales encontramos contratos como los contratos de petróleo, de gasoil o de gasolina.
Contratos de futuros de metales	

Fuente: *Blog Bankinter*. Elaboración propia

²⁶ Bankinter, (25 septiembre 2018). ¿Qué tipos de futuros existen? *Blog de Economía y Finanzas Bankinter*. (Disponible en: <https://www.bankinter.com/blog/mercados/que-tipos-futuros-existen>)

2.3.1. Rentabilidad y riesgo

Los futuros, de la misma manera que el resto de los productos derivados, pueden ser utilizados como instrumentos de inversión o instrumentos de cobertura.

Mediante el empleo de futuros como **instrumentos de inversión** lo que se pretende es obtener beneficios derivados de la variación de precios del activo subyacente. Para ello el inversor utiliza distintas estrategias, como comprar contratos de futuros si las expectativas sobre el subyacente son alcistas, o vender contratos de futuros sobre dicho subyacente si por el contrario sus expectativas son bajistas. Es muy importante tener en cuenta que los contratos de futuros son contratos estandarizados, por lo que el inversor deberá buscar el contrato que más se adapte a sus necesidades de inversión.

Por otro lado, como ya se ha comentado anteriormente, gracias a la Cámara de Compensación, en los contratos de futuros prácticamente desaparece el riesgo de contrapartida. Sin embargo, hay que tener en cuenta el riesgo de precio y es por ello, por lo que los contratos de futuros pueden emplearse también como **instrumentos de cobertura** ante posibles movimientos adversos en el precio del activo subyacente. Este mecanismo de protección puede ser realizado mediante la cobertura estándar (vendiendo futuros) o mediante la cobertura anticipatoria (comprando futuros). A continuación, se detalla cada una de ellas con el soporte de un ejemplo para entenderlas con mayor claridad:

Cobertura estándar²⁷: implica una venta de futuros. Este método es utilizado cuando un inversor o una compañía posee un determinado paquete de acciones y desea venderlos porque necesita el capital invertido en ellas y/o prevea que su precio va a caer en el mercado.

- *Ejemplo*: un inversor posee una cartera formada por un paquete de 100 acciones de la compañía X que actualmente cotizan a 10,50€ y desea venderlas dentro de cuatro meses ya que se prevé una caída en su precio. Para cubrirse de estas posibles pérdidas derivadas del riesgo de precio, decide vender futuros sobre las 100 acciones de la

²⁷ El aula de finanzas (2016). "Futuros financieros. Cobertura frente al riesgo de precio. Cobertura estándar. Ejemplo práctico." [vídeo] (Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Lmhamy5UEY&t=527s>)

compañía X a un precio de 10,60€. A continuación, se muestran los tres posibles escenarios al cabo de esos cuatro meses (fecha de vencimiento del contrato):

Tabla 6: Resultados ejemplo cobertura estándar

	<i>Cotización a vencimiento</i>	<i>Resultado al contado</i>	<i>Resultado contrato de futuros</i>	<i>Resultado global</i>
1	10€	1000 – 1050 = –50	1060 – 1000 = +60	+10
2	10,60€	1060 – 1050 = +10	1060 – 1060 = 0	+10
3	11€	1100 – 1050 = +50	1060 – 1100 = –40	+10

Fuente: elaboración propia

Fijándose, por ejemplo, en el escenario número 1 se observa que el precio de las acciones a vencimiento finalmente ha caído como estaba previsto y es de 10€/acción. En este caso, si se realizase la venta en el mercado al contado, el resultado fruto de esta operación sería negativo ya que a vencimiento el paquete de 100 acciones vale 1000€ (10€/acción * 100 acciones) cuando en el momento inicial valía 1050€ (10,50€/acción * 100 acciones). Esto quiere decir que a vencimiento se estaría vendiendo en el mercado al contado, el paquete de acciones más barato de lo que se podría vender en la fecha en la que se planteó la contratación de la venta a futuro, lo que supondría afrontar una pérdida de 50€. En cambio, con el contrato a futuro el inversor se aseguró en el momento inicial el precio de 10,60€/acción, por lo que en el escenario 1 estaría obteniendo un beneficio de 60€ derivado de esta operación de cobertura mediante la venta de futuros. El razonamiento para el resto de los escenarios sería el mismo, variando el resultado en cada caso. Sin embargo, se puede observar como en todos los escenarios los resultados derivados de la venta en el mercado al contado son compensados con la venta a futuro asegurando un beneficio de 10 en todos los casos.

Cobertura anticipatoria²⁸: implica una compra de futuros. Este método es utilizado cuando un inversor o compañía quiere asegurarse de antemano el precio a futuro de una posición

²⁸ El aula de finanzas (2016). “Futuros financieros. Cobertura frente al riesgo de precio. Cobertura anticipatoria. Ejemplo práctico.” [vídeo] (Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=JKwIZ4RhnLU&t=351s>)

que quiere adquirir en el mercado y se prevé que su precio en el mercado suba en los próximos meses.

- *Ejemplo:* un inversor quiere adquirir dentro de cuatro meses un paquete de 100 acciones de la compañía X. El precio de las acciones de esta compañía es actualmente de 10€/acción, pero está teniendo una tendencia ascendente y se prevé que su precio siga ascendiendo en los próximos meses. Por ello, el inversor decide asegurarse hoy el precio de las acciones y decide comprar futuros de la compañía X a un precio de 10,50€. A continuación, se muestran los tres posibles escenarios al cabo de esos cuatro meses (fecha de vencimiento del contrato):

Tabla 7: Resultados ejemplo cobertura anticipatoria

	<i>Cotización a vencimiento</i>	<i>Resultado al contado</i>	<i>Resultado contrato de futuros</i>	<i>Resultado global</i>
1	9,50€	$9,50 \cdot 100 = 950$	$10,50 \cdot 100 = 1050$	-100
2	10,50€	$10,50 \cdot 100 = 1050$		0
3	11€	$11 \cdot 100 = 1100$		+100

Fuente: elaboración propia

Se puede observar que, mediante este contrato a futuro, el inversor se está asegurando el precio de 10,50€/acción que supondrá un desembolso en cualquier caso de 1050€ por la compra del paquete de 100 acciones de la compañía X dentro de cuatro meses. De esta manera, el escenario 1 plantea una bajada del precio de la acción a vencimiento (lo contrario a lo que se esperaba que hiciera) y por lo tanto supondrá una pérdida o coste mayor de 100€ por la compra del paquete de acciones, ya que el inversor está obligado a pagar el precio firmado en el contrato y no se podrá beneficiar de esa bajada de precio de la acción. En el escenario 2, el precio a vencimiento de las acciones de la compañía es el precio pagado por el inversor en el contrato a futuro, por lo que esta operación no supondría ni una pérdida ni una ganancia para el inversor. Por último, el tercer escenario reflejaría la previsión del inversor, y con la operación del contrato a futuro se estaría obteniendo un beneficio de 100€ respecto lo que tendría que pagar el inversor por ese mismo paquete al contado.

2.3.2. Valoración de los futuros financieros

Para la valoración de los futuros, los parámetros empleados serán: el valor del activo subyacente que, como se ha visto en puntos anteriores, se valorará a valor de mercado y vendrá identificado como **PC** (precio al contado); también será necesario el tipo de interés (**r**)²⁹ que, estará ajustado al plazo en el que tenga lugar el contrato (**t**)³⁰. De esta manera, se obtiene que la fórmula básica para la valoración de un futuro es:

Ecuación 2: Valoración básica de un contrato de futuros

$$F = PC \cdot \left(1 + r \cdot \frac{t}{base}\right)$$

En el caso de que se quiera calcular un contrato de futuros sobre divisas, habrá que atender al tipo de cambio y la fórmula quedaría de la siguiente manera:

Ecuación 3: Valoración básica de un contrato de futuros sobre divisas

$$F = PC \cdot \left(\frac{1 + r_d \cdot \frac{t}{base}}{1 + r_e \cdot \frac{t}{base}}\right)$$

donde:

r_d = tasa de interés doméstica.

r_e = tasa de interés extranjera.

- Precio teórico de un futuro

El precio teórico será aquel valor calculado para conocer el precio de un contrato de futuros sobre una acción. Su cálculo se realizará capitalizando hasta vencimiento el precio de la acción y, a ese resultado, se le restará el valor del dividendo igualmente capitalizado

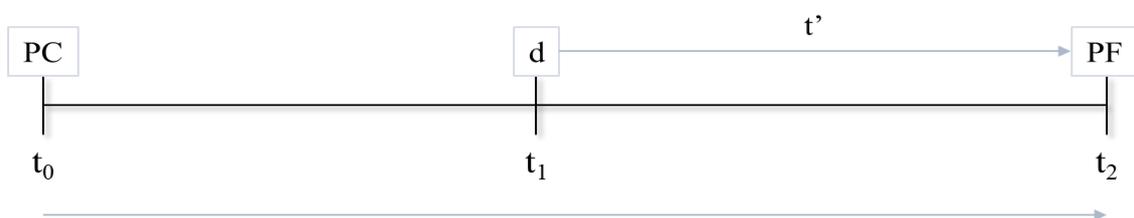
²⁹ Se emplea el tipo de interés simple ya que, habitualmente en la práctica, a la hora de valorar un futuro, se realiza una valoración a corto plazo. En el caso de que la valoración se realizara en el largo plazo, habría que emplear la tasa de interés compuesta.

³⁰ $t = n \cdot \text{días/base}$, siendo base el número de días otorgado para un año. Generalmente 360 o 365 días

hasta vencimiento. ¿Por qué se resta el dividendo? En el caso de que la empresa en cuestión reconozca un dividendo durante algún momento del periodo del contrato, ese rendimiento obtenido con el dividendo a favor de los accionistas debe ser restado porque todavía no se tiene el derecho sobre esa acción y, por consiguiente, no se tiene derecho a ese dividendo.

Gráficamente podría verse representado de la siguiente manera³¹:

Ilustración 4: Representación del precio teórico de un futuro



Fuente: elaboración propia

donde:

PC= Precio al contado del activo subyacente.

d= rendimientos generados por el activo subyacente, como por ejemplo dividendos reconocidos.

PF= Precio teórico del futuro.

t_0 = Momento actual, fecha inicial en la que se formaliza el contrato.

t_1 = fecha intermedia entre el momento actual y la fecha de vencimiento del contrato (en el caso de que se reconozcan dividendos a favor de los accionistas, se suele coger esta fecha como momento intermedio del contrato).

t_2 = fecha de vencimiento del contrato de futuros.

t' = Número de días desde la fecha en la que tiene lugar el pago de dividendos hasta la fecha de vencimiento del contrato ($t_2 - t_1$). Con el fin de simplificar la

³¹ El aula de finanzas (2016). "Futuros financieros. Determinación del precio teórico. Ejemplo práctico." [vídeo] (Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=xw2RLJWo6cg>)

fórmula empleada para el cálculo del precio teórico, será el parámetro que se utilizará.

Por tanto, siendo r la tasa de interés de mercado para t días y r' la tasa de interés de mercado para t' días, la fórmula para el cálculo del precio teórico de un futuro quedaría de la siguiente manera³²:

Ecuación 4: Expresión del precio teórico de un futuro

$$PF = PC \cdot (1 + r \cdot t_2) - d \cdot (1 + r' \cdot t')$$

Simplificando se obtendría³³:

Ecuación 5: Expresión simplificada del precio teórico de un futuro

$$PF = \underbrace{PC} + \underbrace{PC \cdot (r \cdot t_2)} - \underbrace{d \cdot (1 + r' \cdot t')}$$

Pudiendo observar que el precio teórico de un futuro está compuesto por³⁴:

Ecuación 6: Descomposición de la expresión del precio teórico de un futuro

$$PF = \underbrace{PC} + \underbrace{\text{Coste de financiación}} - \underbrace{\text{Rendimiento del subyacente}}$$

siendo:

Coste de financiación: la rentabilidad que se podría obtener invirtiendo en el mercado en el momento actual con el tipo de interés vigente. Es decir, si se decide invertir a futuros el desembolso del precio de las acciones no se realizaría hasta la fecha de vencimiento, por lo tanto, esa cantidad podría ser invertida en otra cosa o se podría obtener un rendimiento con la misma durante el periodo que dura el contrato.

³² Futuros financieros. Determinación del precio teórico. Ejemplo práctico. "cit"

³³ Futuros financieros. Determinación del precio teórico. Ejemplo práctico. "cit"

³⁴ Futuros financieros. Determinación del precio teórico. Ejemplo práctico. "cit"

Rendimiento del activo subyacente: rendimiento que se podría obtener (como, por ejemplo, por un dividendo reconocido por la compañía) si se hubieran comprado las acciones en el momento al contado. Pero como ese no sería el caso, si lo que se quiere es invertir en futuros, no se podría obtener beneficio de los rendimientos de la acción hasta que no llegue la fecha de vencimiento y se realice el desembolso.

Al mismo tiempo, la diferencia entre el coste de financiación y el rendimiento del subyacente es el **coste neto de financiación**, que podría definirse como el coste de oportunidad derivado de la adquisición de las acciones mediante futuros y no en el mercado al contado³⁵.

Ecuación 7: Precio teórico de un futuro empleando el coste neto de financiación

$$PF = PC + \text{Coste Neto de Financiación}$$

Mediante el cálculo del precio teórico de un contrato a futuros y comparando este resultado con el precio del futuro en el mercado, lo que se pretende es valorar en el momento actual si el precio de mercado del futuro se encuentra infravalorado, sobrevalorado o si coincide con el precio teórico.

³⁵ *Futuros financieros. Determinación del precio teórico. Ejemplo práctico. "cit"*

3. MARCO TEÓRICO DEL *CRACK SPREAD*

3.1. Concepto del “*Crack Spread*”

Según la Real Academia Española, el petróleo se define como: “Líquido natural oleaginoso e inflamable, constituido por una mezcla de hidrocarburos, que se extrae de lechos geológicos continentales o marítimos y del que se obtienen productos utilizables con fines energéticos o industriales, como la gasolina, el queroseno o el gasóleo” (Asale, R., & DRAE). El petróleo recibe también otros nombres como crudo petrolífero o simplemente crudo. Es un producto escaso y no renovable, es decir, que no se puede producir, reutilizar o regenerar. A pesar de ello, se trata de un recurso natural muy relevante en la economía ya que es muy utilizado en la industria en general y concretamente en el sector energético.

El petróleo en su estado natural no tiene ninguna aplicación, de hecho, el mercado no consume petróleo en su forma cruda, por lo que se tiene que someter a procesos de refinación. Este proceso, conocido también como “*cracking*”, es realizado por refinerías y consiste en transformar los hidrocarburos que componen el petróleo para convertirlos en distintos productos derivados como diésel, gasoil o gasolina, entre otros. Gracias a este proceso, las empresas del sector del petróleo pueden alcanzar mayores utilidades mediante ese margen de refinería conocido como “*Crack Spread*”.

El concepto de “*Crack Spread*” por tanto, toma su nombre del propio proceso de refinación del petróleo (*cracking*) y es un término muy utilizado en la industria petrolera y en el comercio de futuros. Se podría definir como el diferencial entre el precio del crudo y los precios de los productos derivados extraídos de él³⁶.

En los mercados de futuros, el *Crack Spread* es un tipo de comercio específico que conlleva de manera simultánea la compra y venta de contratos de petróleo crudo y uno o varios productos derivados. Los especuladores de mercado tratarán de beneficiarse de este diferencial de precios. De manera que, si lo que se espera es que el margen se reduzca (ya sea por una reducción del precio del producto derivado o por un aumento del precio del crudo), la cobertura de márgenes se llevará a cabo vendiendo *Crack Spread*, es decir, vendiendo futuros de los productos derivados y comprando futuros de crudo, evitando así

³⁶ CME Group (2017), “Introduction to Crack Spreads”. (Disponible en: <https://www.cmegroup.com/education/articles-and-reports/introduction-to-crack-spreads.html>)

verse perjudicado por esa reducción del margen. Si, por el contrario, se espera que el *Crack Spread* aumente, la cobertura de márgenes se realizará comprando *Crack Spread*, es decir, vendiendo futuros de crudo y comprando futuros de los productos derivados.

El *Crack Spread*, obviamente no tiene un valor constante, ya que depende tanto de la variación de precios del crudo como de la variación de precios de sus productos derivados utilizados en cada caso. Los precios de petróleo están muy sujetos a las variables de la oferta y la demanda, que a su vez están influenciadas por diversos factores. Por su parte, productos como la gasolina o el gasoil, al ser productos derivados del petróleo, sus precios están altamente correlacionados con los del petróleo, y por tanto se ven influenciados prácticamente por los mismos factores, aunque esa influencia puede ser en diferentes grados.

3.2. Factores que afectan a los precios del petróleo

El precio del petróleo, al verse influenciado por las variables de la oferta y la demanda, viene determinado por la economía mundial. Estas dos variables están condicionadas por factores de distinta índole entre los que se podrían destacar los siguientes:

❖ Factores geopolíticos y económicos.

Son factores que vienen determinados por las relaciones internacionales entre países y cuyas situaciones de inestabilidad afectan a la volatilidad de las variables financieras, en este caso, de los precios del petróleo. El efecto que pueda tener sobre los precios del petróleo un determinado suceso geopolítico depende de su duración, de la situación o contexto económico y de la cantidad de producción afectada por el mismo. Los principales eventos geopolíticos que han afectado al precio del crudo han tenido lugar en Oriente Próximo.

En 1960 fue formada la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) con el fin³⁷ de “coordinar y unificar las políticas petroleras de sus Países Miembros y garantizar la estabilización de los mercados petroleros a fin de garantizar un suministro eficiente, económico y regular del petróleo a los consumidores, un ingreso estable a los productores

³⁷ OPEC - “Nuestra misión”. (Disponible en: https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/23.htm)

y un retorno justo del capital para quienes invierten en la industria petrolera” (OPEP, 2021). Se trata de una organización intergubernamental permanente, actualmente conformada por 13 países en desarrollo exportadores de petróleo: Irán, Iraq, Kuwait, Arabia Saudita, Venezuela, Libia, Emiratos Árabes Unidos, Argelia, Nigeria, Angola, Guinea Ecuatorial, Gabón y República Democrática del Congo. Todos los países miembros controlan aproximadamente el 79,4% del total de las reservas de crudo en el mundo. La OPEP cuenta con una Secretaría con sede en Viena, en donde tienen lugar las reuniones periódicas en las que se establecen las cuotas de tal manera que se mantengan estables los precios y ofertas del petróleo. Los países miembros controlan el mercado del petróleo y se requiere de un voto unánime a la hora de decidir si aumentar o reducir la producción del petróleo³⁸.

A lo largo de los años han ocurrido distintos eventos que han afectado directamente a los precios del petróleo³⁹.

Ilustración 5: Evolución histórica precios Futuros petróleo Brent



Fuente: Investing, elaboración propia (cotización a 22/03/2021).

³⁸ CNN, (abril 2020), “¿Qué es la OPEP y qué países la integran?”. (Disponible en: <https://cnnespanol.cnn.com/2020/04/10/que-es-la-opep-y-que-paises-la-integran/>)

³⁹ Stumpf, A., y Meraviglia, A., (2016), “Evolución histórica del petróleo Brent”, *Cinco días*, El País. (Disponible en: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2014/12/16/graficos/1418753470_135679.html)

(1) La primera **Guerra del Golfo** ocurrió entre los meses de agosto de 1990 y febrero de 1991 entre Kuwait e Irak, y fue uno de los eventos geopolíticos más destacados. Una de las principales razones por las que surgió el conflicto fue la lucha por el control de los recursos petrolíferos de la región, debido a la delicada situación económica de Irak causada principalmente por los reducidos beneficios que obtenía con la venta del barril de *Brent*⁴⁰. Esta situación incidió en gran medida en la oferta del petróleo, provocando un gran incremento del precio de los barriles de *Brent*.

(2) En el año 1997 tuvo lugar la **crisis financiera asiática** con la devaluación de la moneda de varios países, aunque lo que parecía una crisis regional acabó afectando a países de todo el mundo. Se produjo una reducción significativa en los precios del petróleo causando grandes inestabilidades financieras a los países miembros de la OPEP y al resto de países exportadores de petróleo (Vilariño, 2018, p.22).

(3) Los **atentados 11s** (2001) en Estados Unidos llevados a cabo por una red terrorista procedente de Asia Central, causaron un gran impacto a nivel económico ya que Wall Street se vio paralizado durante seis días. Al mismo tiempo estos atentados dejaron un ambiente de inseguridad, miedo y un gran sentimiento de desconfianza en Occidente. La política militar estadounidense se centró en un intervencionismo en Oriente Medio que derivó, entre otras consecuencias, en un cambio significativo al alza de los precios del petróleo. Este crecimiento fue fomentado también por la inestabilidad económica que sufrieron estas regiones como consecuencia de la desconfianza general que había sobre ellas (Gutiérrez, 2019).

(4) Todas estas inestabilidades políticas se prolongaron en el tiempo, y en 2003 Estados Unidos encabezó la **Invasión Iraq**. Iraq es uno de los países a nivel mundial con un mayor potencial de reservas petrolíferas y estas tensiones afectaron de nuevo al mercado del petróleo provocando otra vez un incremento en su cotización (González, 2006).

⁴⁰ Ministerio de Defensa, Gobierno de España - “Primera Guerra del Golfo”. (Disponible en: https://www.defensa.gob.es/misiones/en_exterior/historico/listado/primer-guerra-del-golfo.html)

(5) En el año 2006 tuvo lugar la **Guerra Iraq-Líbano** que, al igual que el resto de los enfrentamientos ya comentados, afectaría en el mercado petrolífero llevando al precio del petróleo a alcanzar máximos históricos hasta el momento⁴¹.

(6) El 2008 fue un año con un gran impacto económico, la **especulación financiera en el mercado de futuros** era cada vez mayor y los precios del petróleo comenzaron el año por encima de los 100 dólares, alcanzando el 3 de Julio máximos históricos (146 dólares). Sin embargo, en este año se produjo finalmente el colapso de la burbuja inmobiliaria, causando como consecuencia un gran problema de liquidez y originando una **crisis a nivel internacional**. Todas las economías se vieron fuertemente afectadas y la demanda disminuyó drásticamente. Esto provocó una disminución de las cotizaciones en los mercados, y en este caso, los precios del petróleo sufrieron su mayor caída pasando en cuestión de meses de los 146 dólares a situarse por debajo de los 40 dólares. (Stumpf y Meraviglia, 2016)

(7) En el año 2011 tuvo lugar un periodo de distintas revoluciones sociales y explosiones en pueblos árabes conocido como "**Primavera Árabe**". Tuvo como consecuencia un gran aumento de la demanda que se vio reflejado en un aumento en las cotizaciones (Gaussens, 2011, p.61).

(8) La primera mitad del 2014 comenzó con un incremento de los precios del petróleo derivado del progreso del Estado Islámico en Iraq. Sin embargo, en la segunda mitad del año la **demanda** comenzó a **caer**. Ante estas caídas, los países miembros de la **OPEP** decidieron **mantener** los **niveles producción**, decisión que llevó a una saturación del mercado y una acusada caída de los precios (Stumpf y Meraviglia, 2016).

(9) Las **tensiones estadounidenses** y su **ataque a Arabia** en 2018 produjeron un nuevo impacto en las cotizaciones del petróleo, causando una disminución de estas (Olier, 2018).

(10) Con la actual crisis del **Coronavirus**, la economía se ha visto altamente afectada. De un día para otro la epidemia obligó a más de tres mil millones de personas a confinarse en sus hogares durante meses, y eso produjo un efecto drástico en la demanda energética, y consecuentemente en los precios del petróleo. Tal es así, que los precios a futuro del

⁴¹ "El precio del petróleo alcanza los 74 dólares y se acerca al máximo histórico", (julio 2006), *Cinco días, El País Economía*. (Disponible en: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2006/07/06/economia/1152165387_850215.html)

petróleo estadounidense de referencia, *West Texas Intermediate* (WTI) sufrió un desplome histórico, el pasado marzo de 2020, llegando a cotizarse en negativo⁴². Con el fin de tratar de compensar y frenar el colapso de la demanda del crudo, la OPEP+⁴³ rompió temporalmente el acuerdo de control de producción, con el fin de reducirla entre sus países miembros, además de tener que deprimir los precios de este (BDE, 2020).

❖ Factores climatológicos.

Si bien es cierto que los factores geopolíticos y económicos son los que afectan de una manera más directa y agresiva a los precios del petróleo, hay otros factores que también influyen en él, como los factores climatológicos. Como ejemplo de ello, cabe mencionar como afectó en 2005 el huracán Katrina en costa este de Estados Unidos, que tras su paso perjudicó líneas vitales de suministro de petróleo de esas zonas⁴⁴. También la reciente nevada en Texas, el pasado mes de febrero, obligó a cerrar las refinerías de petróleo y aumentaron las restricciones de su producción⁴⁵. Ambos acontecimientos tuvieron como consecuencia una interrupción de la producción del crudo que derivó en un aumento de precios de este.

❖ Factores estacionales.

En línea con los anteriores, los factores estacionales provocan leves alteraciones en los precios del petróleo fuertemente relacionadas con la oferta y demanda que se dé en cada momento del año. Por lo tanto, en invierno, que es cuando aumenta el uso de los combustibles para la calefacción, supone un incremento de la demanda, y por tanto los precios tienden a aumentar.

⁴² Barría, C., (abril 2020) “Caída del precio del petróleo: las consecuencias para América Latina de la caída del valor del crudo en medio de la crisis por el coronavirus” *BBC News Mundo*. (Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51807458>)

⁴³ Organización de Países Exportadores de Petróleo y sus asociados

⁴⁴ “El huracán ‘Katrina’ impacta en el precio del petróleo”, *20 minutos*, agosto 2005. (Disponible en: <https://www.20minutos.es/noticia/43571/0/petroleo/katrina/impacto/>)

⁴⁵ “Histórica nevada en Texas respalda aumento en precios del petróleo”, *Unidiario noticias*, febrero 2021. (Disponible en: <https://www.uniradionoticias.com/noticias/estadosunidos/626414/historica-nevada-en-texas-respalda-aumento-en-precios-del-petroleo.html>)

❖ Factores logísticos.

Por su parte, los factores logísticos afectan en mayor medida a la oferta. Un ejemplo de factor logístico es el reciente cierre del Canal de Suez. El cierre ha sido causado por uno de los mayores buques de mercancía a nivel mundial (el Ever Given), que ha quedado atravesado bloqueando el paso de esta vía marítima por la que circula por un 10% del comercio global⁴⁶. Esto ha afectado a un gran número de petroleros, que han visto paralizada su actividad y consecuentemente su oferta, retrasando su llegada a los distintos países e incrementando los precios del petróleo.

3.2.1. Precios del gasoil

Los precios del gasoil están altamente correlacionados con los precios del petróleo. Sin embargo, a pesar de que se vean afectados por los mismos factores, éstos pueden influir de manera distinta en cada uno de ellos y hay factores por los cuales los precios de ambos difieren más, como los factores estacionales. Un ejemplo de esto es el gasoil de automoción cuyos precios, a diferencia de los del petróleo, se verán aumentados en verano ya que es la época del año donde se produce un mayor incremento de su consumo. Por su parte, en el caso de los factores geopolíticos se ven afectados prácticamente por igual.

⁴⁶ Carrión, F., (marzo 2021), “El cierre del Canal de Suez deja ya atrapados a más de 300 buques mientras prosiguen las complicadas tareas para reflotar el Ever Given”, *El Mundo*. (Disponible en: <https://www.elmundo.es/economia/2021/03/27/605f6281fc6c83733a8b4606.html>)

4. MARCO TEÓRICO DEL VALOR EN RIESGO (VaR)

4.1. Contexto y origen del VaR

El concepto del Valor en Riesgo no se generaliza hasta principios de los años 90 y fue desarrollado por matemáticos y estadísticos de la empresa JP Morgan. Sin embargo, sus orígenes se remontan más atrás. En la historia más reciente, después de la primera Guerra Mundial, Estados Unidos emerge prácticamente inmune en términos financieros. Industriales y banqueros empezaron a cobrar relevancia entre la sociedad, y durante los llamados “locos años veinte” se convirtieron en los héroes de la nación y eran admirados por sus riquezas. Charles Mitchell, presidente del National Citi Bank, fue quién dio paso al sentimiento de prosperidad basándose en el éxito de los “bonos libertad”, que habían sido emitidos al público durante los últimos años de la guerra como forma de financiación al esfuerzo de guerra aliado. Seducidos por la idea de enriquecerse de una manera tan sencilla, a mediados de 1920 más de tres millones de estadounidenses ya eran dueños de acciones. El mercado seguía al alza y la burbuja crecía, pero un mes antes del colapso total, los precios habían disminuido un poco y los inversores aprovecharon estas bajadas ya que, el mercado siempre había recuperado su posición anterior. Esto hizo que a finales de octubre de 1929 la bolsa sufriera el mayor desplome de la historia, y el Jueves Negro (24 de octubre de 1929) marcó el inicio de la Gran Depresión⁴⁷. En este escenario, comenzó a surgir la necesidad de encontrar la forma de estimar los beneficios o ganancias y las respectivas pérdidas que se dan al poner en circulación un determinado capital⁴⁸.

A principios de los años 50 fue cuando se trató por primera vez el concepto de riesgo, fue introducido en el modelo de “Teoría de Carteras” formulado por Markowitz en 1952. Planteaba, por un lado, el concepto de diversificación y, por otro lado, que la rentabilidad de una cartera de inversión está directamente relacionada con su riesgo⁴⁹, es decir, busca encontrar cuál sería la cartera óptima de inversión en la que el rendimiento esperado se obtenga con el mínimo nivel de riesgo posible (σ_i). La metodología para el cálculo del

⁴⁷ Tassell, N., (26 octubre 2019). “El Crack del 29: cómo ocurrió la peor crisis en la historia de Wall Street hace 90 años”, *BBC News*.

⁴⁸ Ballesteros, J.D. y Ladino, J.A., (2016), “Exploración de metodologías para el cálculo del Valor en Riesgo del mercado de renta variable en Colombia.” *Universidad Tecnológica de Pereira*.

⁴⁹ “Exploración de metodologías para el cálculo del Valor en Riesgo del mercado de renta variable en Colombia.”, “cit”.

VaR constituye el desarrollo natural de la Teoría de Carteras, ya que ambas determinan un nivel de riesgo para una determinada rentabilidad. Sin embargo, esta teoría fue siendo complementada y mejorada con aportaciones como las de Tobin. Al igual que en las aportaciones de Markowitz y Tobin, para el cálculo del VaR también se emplea la desviación típica (σ) como parámetro para la estimación del riesgo.

El concepto de Valor en Riesgo (*Value at Risk*) fue finalmente introducido en el mundo financiero por el banco estadounidense J.P. Morgan, cuando el presidente de la firma, Dennis Weatherston, se cuestionó cual sería la máxima pérdida probable a la que estaría expuesto el banco en las próximas veinticuatro horas, sugiriendo así, el informe posterior al cierre. Finalmente, en 1994 la entidad financiera llega al desarrollo de una metodología recogida en un documento técnico al que denominaron **RiskMetrics**⁵⁰, donde propuso el concepto de Valor en Riesgo como herramienta de medida cuantitativa de los riesgos de mercado en instrumentos financieros.

RiskMetrics es un conjunto de herramientas que cuenta con tres componentes básicos⁵¹ y que permiten a los participantes en los mercados financieros, estimar su exposición al riesgo bajo el nuevo concepto que habían introducido, el Valor en Riesgo.

En 1996, el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea aprobó el uso limitado de medidas de valor en riesgo propias para calcular el riesgo de mercado de los requisitos de capital bancario. Esto supuso el inicio de la aceptación a nivel global de una amplia variedad de modelos VaR a efectos de calcular el **Capital Mínimo Regulatorio** (CMR).

De acuerdo con las normas de Basilea, el VaR debe ser calculado a un nivel de significación (α) del 1% o, lo que es lo mismo, a un nivel de confianza ($1 - \alpha$) del 99% y en un horizonte temporal de 10 días. Por su parte, el capital empleado para el cálculo es de tres veces el valor del VaR.

⁵⁰ Morgan, J.P. y Reuters, Riskmetrics - Technical Document, 1996, 4ª edición, Nueva York.

⁵¹ - Conjunto de metodologías de medición del riesgo.

- Empleo de las correlaciones y volatilidades de los datos en el cálculo del riesgo de mercado.

- Software específico desarrollado por la compañía. (Morgan, 1996)

4.2. Concepto y definición del VaR

El VaR es un concepto que surge como medida de valoración de los riesgos financieros que asume un inversor. El término **riesgo financiero** hace referencia a la incertidumbre sobre el rendimiento de una cartera de inversión. Esta incertidumbre viene dada por la probabilidad de que ocurran eventos con consecuencias financieras negativas tales como: cambios en el sector que se opera, la imposibilidad de devolución del capital por una de las partes o la inestabilidad de los mercados financieros ante dichos eventos. Entre estos riesgos se pueden distinguir:

- Riesgo de crédito: se trata de la pérdida potencial que viene dada por la probabilidad de que una de las partes de un contrato financiero, incumpla alguna de sus obligaciones contractuales.
- Riesgo de mercado: Hace referencia a la probabilidad de pérdidas que incurre un inversor ante cambios en las variables macroeconómicas (tasas de interés, tipo de cambio, etc.) que determinan el precio de los instrumentos financieros.
- Riesgo operativo: se trata de un concepto muy amplio que, según el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, se define como: "el riesgo de pérdida directa o indirecta resultante de procesos internos inadecuados o fallidos, personas y sistemas o de eventos externos"⁵². Se trata de una definición basada en las causas subyacentes de este tipo de riesgo y que busca identificar el "*por qué*" de la pérdida producida. Es un riesgo que también puede ser relacionado con las pérdidas derivadas de fraudes, falta de capacitación o eventual renuncia de alguno de los empleados de la organización.
- Riesgo de liquidez: hace referencia a la imposibilidad de transformar un activo en efectivo. Es un riesgo que se presenta en situaciones de crisis, en las que en los mercados hay más vendedores que compradores. Este riesgo se refiere también a las pérdidas que puede sufrir una empresa ante una situación en la que, el coste que asume con los recursos empleados para financiar su actividad es mucho mayor de lo que realmente puede permitirse⁵³.

⁵² "Working paper on the regulatory treatment of operational risk", Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, 2001.

⁵³ De Lara Haro, A., (2005) "Medición y control de riesgos financieros", *Conceptos Básicos del Modelo de Valor en Riesgo*, Editorial Limusa.

El **Valor en Riesgo** es ampliamente conocido como **VaR**, del inglés *Value at Risk*. Se trata de una medida que pretende establecer cuantitativamente el nivel de riesgo financiero dentro de una empresa, cartera o posición durante un determinado periodo de tiempo. Es decir, determina la pérdida máxima que puede soportar un inversor durante un horizonte temporal definido, dado un nivel de confianza (normalmente del 95% o 99%). De esta forma, se observa que, para su correcta definición, son necesarias las variables de la cuantía y probabilidad de pérdida, y que existen dos parámetros esenciales: intervalo de confianza y horizonte temporal.

A continuación, se detallan los parámetros y variables en base a los cuales se define el VaR:

- **Horizonte temporal (t):** para la correcta estimación del Valor en Riesgo, es necesario que el horizonte temporal de la estimación esté previamente definido. Se entiende por horizonte temporal, al periodo de tiempo específico durante el cual puede ocurrir la pérdida máxima esperada de la inversión. El VaR puede ser calculado para periodos de un día o superiores, y su determinación está sujeta al periodo de tiempo de mantenimiento de la posición y liquidez de esta.

En este sentido, se empleará el VaR diario para productos muy líquidos, siendo frecuente en Banca comercial debido al gran número de transacciones de activos que cotizan a diario y cuyas posiciones pueden ser cubiertas en menos de 24 horas⁵⁴. Por otro lado, en el caso de las carteras de inversión, generalmente se calcula el VaR a un mes⁵⁵, debido a que suelen estar compuestas por activos no tan líquidos y su gestión es menos activa.

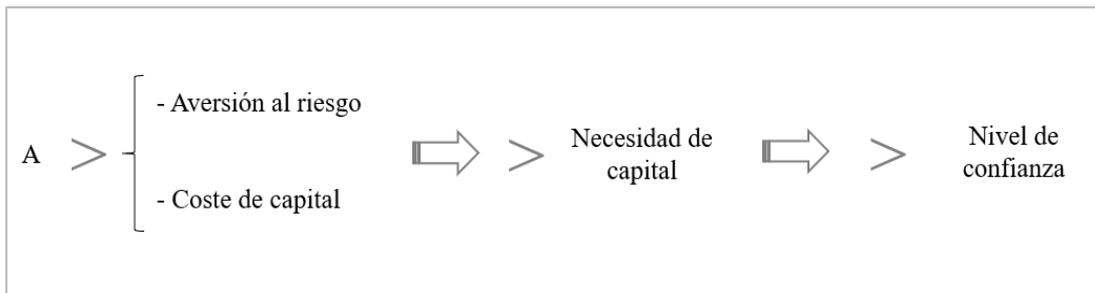
- **Nivel de confianza (γ):** es un tipo de estimación estadística, que representa el porcentaje de acierto en el que se puede dar la máxima pérdida esperada asociada a un horizonte temporal determinado. No existe un nivel de confianza estándar utilizado por las empresas para el cálculo del VaR, pero generalmente se emplean intervalos comprendidos entre un 95% y 99% de confianza. La elección de dicho nivel de confianza está sujeta a la utilización que se haga del VaR.

⁵⁴ Feria, J.M. y Oliver, M^a.D., (2006), “Valor en Riesgo (VeR): concepto, parámetros y utilidad”. *Universia Business Review*, nº010, Madrid, pp. 66-79

⁵⁵ “Valor en Riesgo (VeR): concepto, parámetros y utilidad”, “cit.” pp. 66-79

De esta manera, si el VaR se utiliza como criterio de comparación de la exposición al riesgo de distintas carteras o mercados, la elección del nivel de confianza resulta ser más arbitraria. Pero, si lo que se quiere calcular son los requisitos de capital de una entidad, la elección dependerá de su grado de aversión al riesgo y del coste que le supondría sobrepasar el valor estimado mediante el cálculo del VaR⁵⁶.

Ilustración 6: Determinación del nivel de confianza



Fuente: elaboración propia

El nivel de confianza puede ser también expresado como $(1 - \alpha)$, empleando el término de “nivel de significación” denominado con el “ α ”, que hace referencia a la probabilidad de que esa máxima pérdida esperada ocurra.

- **Desviación típica (σ) o volatilidad:** la desviación típica (o raíz cuadrada de la varianza) es un parámetro estadístico que mide la dispersión de los datos respecto a su media. Puede ser denominada también como volatilidad que, en términos generales, es una medida que identifica los factores de riesgo y las variables que puedan repercutir en el valor final obtenido mediante el VaR. Se trata de un indicador fundamental para la cuantificación de riesgos de mercado, y que, gracias a él se podrá obtener de forma aproximada en qué proporción se desvía el resultado de un activo respecto a su rendimiento esperado.
- **Capital invertido (S) y unidad monetaria de referencia:** el capital invertido es la cuantía invertida en un activo a valor de mercado sujeta a valoración⁵⁷. El VaR de una inversión siempre viene expresado en unidades monetarias (*ej.* €) para poder

⁵⁶ “Valor en Riesgo (VeR): concepto, parámetros y utilidad”, “cit.”, pp. 66-79

⁵⁷ Talavera Portilla, C., “Valoración y análisis del riesgo del Hotel II Castillas”, *Aplicación del Valor en Riesgo (VaR) como método de valoración del riesgo de un hotel*, 2020. s.l.: Universidad Pontificia Comillas

distinguir entre posiciones en distintas divisas y tener en cuenta la influencia del riesgo de tipo de cambio⁵⁸.

El cálculo del VaR puede ser realizado mediante dos métodos: los métodos paramétricos y los métodos no paramétricos. Dentro de cada uno de ellos, se pueden emplear distintas metodologías, pero las más utilizadas y que posteriormente se analizarán en profundidad serán: la simulación analítica y la metodología de Montecarlo, como métodos paramétricos, y la simulación histórica como método no paramétrico.

En sentido amplio, se podría decir que el cálculo y medición del VaR tiene cuatro usos potenciales⁵⁹:

- i) El VaR, al representar una medida de aplicación universal expresada en unidades monetarias, **permite comparar** directamente distintas posiciones de riesgo y **fijar límites** al riesgo asumido por los inversores o entidades.
- ii) En relación con esto, la medición del VaR es de gran utilidad para la **evaluación del grado de ejecución y desempeño** de cada tipo de actividad sobre una base ajustada al riesgo.
- iii) Además, se trata de una medida esencial para la **determinación de los requisitos de capital propio**, desde el punto de vista de los entes reguladores y supervisores, vinculados a cada unidad estratégica de negocio.
- iv) Por último, al tratarse de una cifra medida en unidades monetarias y que resume el grado de exposición de una cartera de valores, el cálculo del VaR puede considerarse básico como **soporte de información del riesgo de mercado**, de manera que los inversores puedan tomar decisiones lo más adecuadas a su grado de aversión al riesgo.

Es importante atender también a los problemas o inconvenientes que puedan darse a la hora de calcular o interpretar el VaR. Por un lado, a la hora de su cálculo: hay que tener especial cuidado en realizar una correcta recolección de las observaciones o datos; atender al comportamiento de las correlaciones y volatilidades, ya que el VaR puede ser altamente dependiente a algunos supuestos; el VaR no establece la manera de actuar ante el

⁵⁸ “Valor en Riesgo (VeR): concepto, parámetros y utilidad”, “cit.”, p. 71

⁵⁹ “Valor en Riesgo (VeR): concepto, parámetros y utilidad”, “cit.”, pp. 66-79

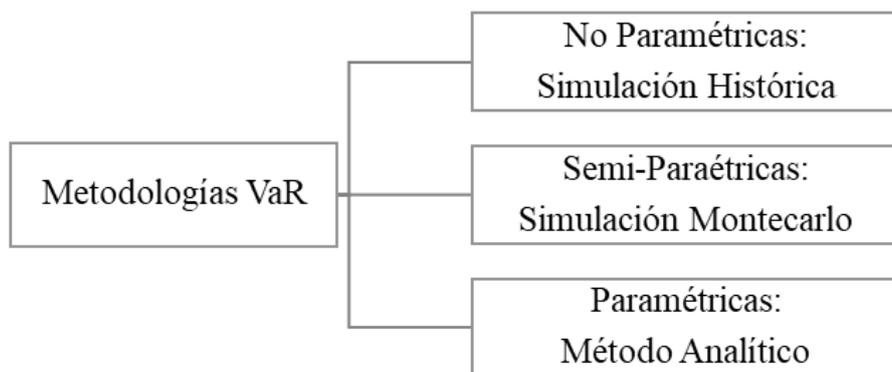
problema de alta *curtosis*⁶⁰, por lo que se desconoce hasta dónde podrían llegar las posibles pérdidas. Por otro lado, a la hora de su interpretación: es importante interpretar el escenario de la manera más realista y coherente posible para no generar falsas sensaciones; también es importante tener en cuenta la metodología empleada para llegar a cada valor de VaR, ya que en función de si se usa una u otra el resultado varía y es importante saber interpretarlo en función de cómo se ha calculado.

4.3. Metodologías de cálculo

A modo de síntesis de lo previamente mencionado, la metodología del VaR constituye un desarrollo natural de la Tª de Carteras de Markowitz de los años 50 y, resulta muy importante definir y clarificar en todo momento cuál ha sido la metodología empleada para el cálculo del VaR, ya que se obtendrá una cifra distinta del VaR en cada caso.

Las metodologías de cálculo de VaR que se expondrán a continuación quedarían clasificadas de la siguiente manera⁶¹:

Ilustración 7: Tipos de metodologías para el cálculo del VaR



Fuente: elaboración propia

⁶⁰ La curtosis es una medida estadística que define el grado de concentración que muestran los valores de una determinada variable respecto a su media. Por su parte, la alta curtosis indica que dicho grado de concentración es alto. (Marco Sanjuan, 2021)

⁶¹ “Exploración de metodologías para el cálculo del Valor en Riesgo del mercado de renta variable en Colombia.”, “cit.”

❖ **Simulación Histórica:**

Se trata de un método no paramétrico en el que no se realiza ninguna hipótesis acerca del comportamiento de los activos. Para analizar el VaR utiliza una serie histórica de precios con la que construir una simulación de rendimientos de los activos que componen la cartera, bajo el supuesto de que la cartera se ha mantenido constante durante ese periodo de tiempo.

Para poder llegar al resultado del VaR siguiendo esta metodología, se deben identificar los componentes de los activos de la cartera y reunir los datos de precios históricos. Es importante que los datos recopilados sean lo más representativos posibles para que la elección de la muestra no repercuta en el resultado obtenido con el cálculo del VaR. A partir de los rendimientos simulados con la muestra escogida, se determina el percentil correspondiente al nivel de confianza elegido y de esta manera se puede hallar el VaR.

Este método presenta grandes ventajas, ya que, es fácil de comprender sin necesidad de ser expertos en conceptos estadísticos y es aplicable a instrumentos no lineales como las opciones⁶².

❖ **Simulación Montecarlo:**

Este método se clasifica como Semi-paramétrico, y consiste en una simulación de distintos escenarios de rendimientos o precios hipotéticos, a través de la generación de números aleatorios, para poder observar el comportamiento de los distintos activos y calcular el valor de la cartera. Para la generación de números aleatorios entre 0 y 1, la opción más sencilla es utilizando en el programa de Excel la función “ALEATORIO=()”⁶³.

Para calcular el VaR empleando este método, en primer lugar, se realiza una hipótesis estadística sobre el comportamiento de los activos a analizar, y después se hacen las simulaciones para hallar los posibles estados de la cartera en el horizonte de inversión definido.

⁶² “Medición y control de riesgos financieros”, “cit.”

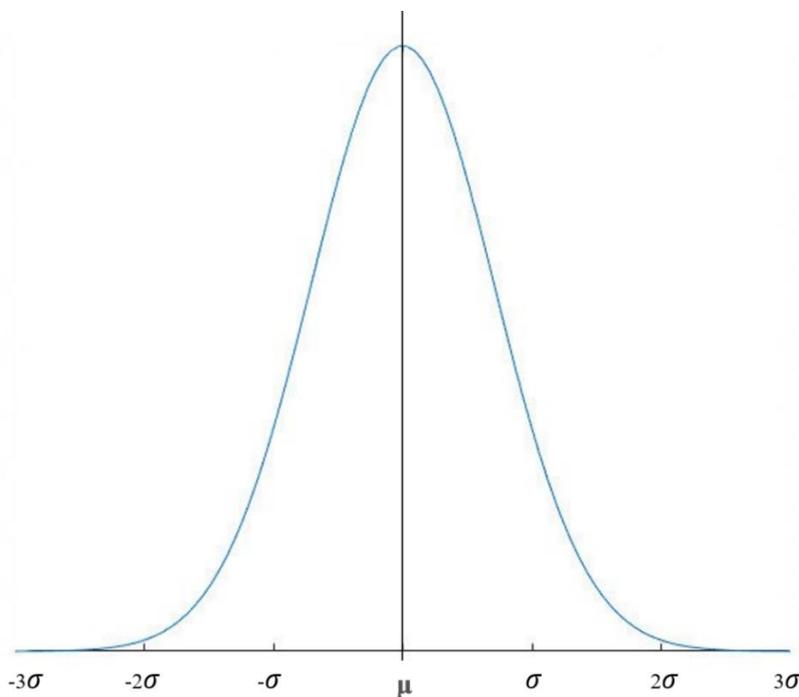
⁶³ La lista de números aleatorios obtenida con esta función es importante que se copie y se pegue en formato número para los cálculos a realizar, ya que de lo contrario los números irán cambiando constantemente.

Se trata del método más flexible para analizar el riesgo y de mayor robustez. Sin embargo, presenta algunos problemas a la hora de ser implementado ya que requiere de mucha información, de un *hardware* con alta capacidad de procesamiento y un *software* especializado. Además, pueden darse situaciones como la actual, derivada del COVID-19, que son extremadamente difíciles de predecir o estimar, por lo que el resultado del VaR obtenido mediante este método no sería del todo preciso.

❖ **Método analítico o paramétrico:**

Para el cálculo del VaR mediante esta metodología se realiza una hipótesis estadística sobre el comportamiento de los activos. La hipótesis más común que se realiza en los métodos paramétricos es la **asunción de normalidad**, que quiere decir que las pérdidas potenciales de una cartera serán proporcionales a la desviación estándar. Sin embargo, en la práctica se ha podido comprobar que la mayoría de los activos siguen un comportamiento aproximado a la normal, por lo que los resultados obtenidos al medir el riesgo serán también aproximados. La distribución normal está definida por una curva simétrica en forma de campana, comúnmente conocida como campana de Gauss⁶⁴:

Ilustración 8: Representación estándar campana de Gauss



Fuente: elaboración propia

⁶⁴ Carl Gauss fue, junto con otros nombres destacados como De Moivre (quien propuso esta curva) o Pierre Laplace, una de las personas que trabajó en el desarrollo y aplicación de esta distribución

Los parámetros más importantes que definen la distribución normal son la media (μ) y la desviación estándar (σ). Por su parte, en una cartera de inversión, la media hace referencia a su rendimiento promedio y la desviación estándar a su volatilidad. Este rendimiento promedio de un activo o cartera de inversión refleja el cambio de valor registrado durante un periodo de tiempo respecto a su valor inicial:

Ecuación 8: Rendimiento promedio de un activo

$$\frac{\Delta Valor}{Valor_{inicial}} = \frac{Valor_{final} - Valor_{inicial}}{Valor_{inicial}}$$

Toda el área que queda representada bajo la curva representa la probabilidad de un intervalo de confianza específico. Una vez elegido el nivel de confianza, se pueden hallar con facilidad los factores que determinan el nivel de confianza. Su cálculo es muy sencillo, utilizando el programa de Excel habrá que aplicar la función “DISTR.NORM.ESTAND.INV (*nivel de confianza*)” y de esta manera se obtendrán los factores que determinan los niveles de confianza. Los más comunes son:

Tabla 8: Niveles de confianza más frecuentes

Nivel de confianza (γ)	$z(\alpha)$
95 %	1,645
99 %	2,326
99,7 %	2,748

Fuente: elaboración propia; Datos: Distribución Normal

Como se ha mencionado en el punto 4.2. del presente trabajo, el VaR será calculado para un periodo determinado de tiempo (t). Por ello se introducirá en la fórmula el término \sqrt{t} , suponiendo así, que los rendimientos no están correlacionados en los intervalos sucesivos de tiempo.

De esta manera, la fórmula del VaR quedaría definida de la siguiente manera:

Ecuación 9: VaR analítico o paramétrico

$$VaR = S \cdot z(\alpha) \cdot \sigma \cdot \sqrt{t}$$

donde:

S = Capital invertido o la exposición total en riesgo.

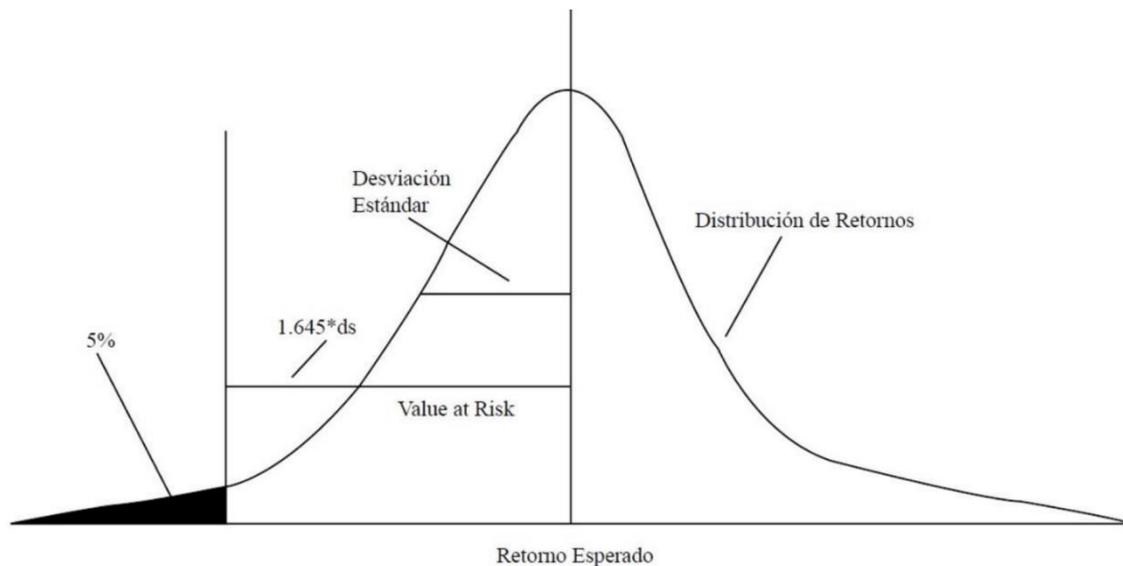
$z(\alpha)$ = Factor que determina el nivel de confianza elegido. (Véase tabla 6)

σ = Desviación estándar de los rendimientos del activo elegido.

\sqrt{t} = Raíz cuadrada del horizonte temporal en el que se desea calcular el VaR.

Mediante la aplicación de esta fórmula, se obtiene información sobre si resultase conveniente invertir o no, y del mismo modo el inversor o la compañía podrían ver si están preparados para asumir el riesgo de su inversión sabiendo cuál sería la pérdida máxima a la que estarían expuestos. Quedaría representado de la siguiente manera:

Ilustración 9: Valor en Riesgo (VaR)



Fuente: Banco Central de Chile. Johnson, C.A., *Documento de trabajo N° 67*, 2000, p.13

5. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL VaR

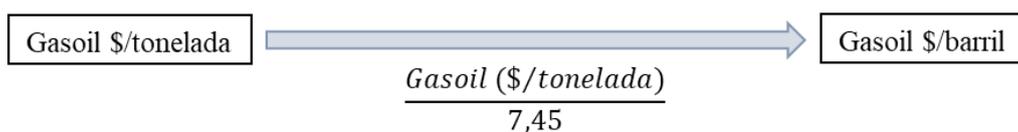
5.1. Aspectos básicos y planteamiento del caso

Una vez analizados de manera teórica cada uno de los términos a tener en cuenta, se procederá a la aplicación práctica del VaR, donde serán objeto de estudio los futuros financieros detallados en el punto 3 del presente trabajo: el petróleo *Brent*, el Gasoil y el *Crack Spread* de ambos.

Mediante este estudio, se tratará de analizar cómo se han comportado estos productos a lo largo del tiempo, así como analizar cómo se ajusta el VaR de cada uno de ellos a su rendimiento real en situaciones de altas volatilidades. Lo que se pretende con esto es poder analizar cuál sería la inversión óptima entre invertir en petróleo *Brent*, invertir en Gasoil o invertir en el *Crack Spread* de ambos, así como la pérdida máxima esperada de cada uno de los futuros de inversión.

Los datos para la realización del caso son las cotizaciones históricas diarias desde junio de 1988 hasta marzo de 2021 tanto de los precios del *First month ICE Brent* (\$/barril) como de los precios del **Gasoil** (\$/tonelada). Al cotizar cada uno de ellos en distintas unidades, es importante realizar primero la conversión para que puedan ser comparados.

*Ecuación 10: Conversión del Gasoil en \$/tonelada a \$/barril*⁶⁵

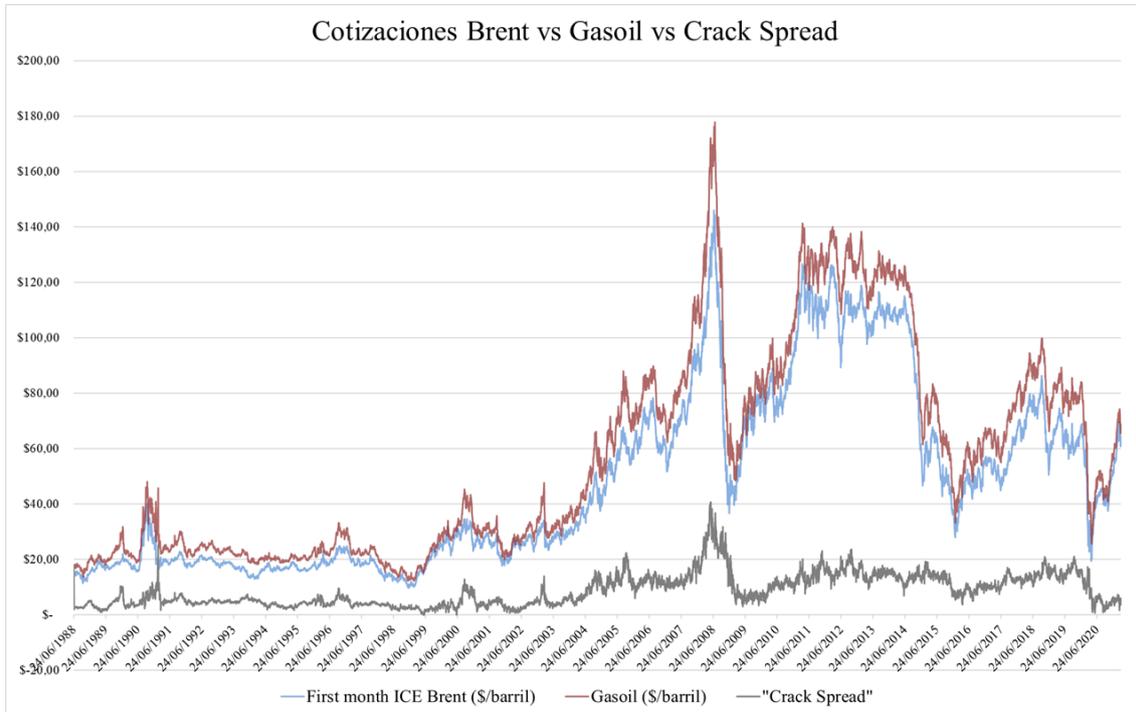


El diagrama muestra una flecha horizontal que apunta de izquierda a derecha. En el extremo izquierdo de la flecha hay un recuadro con el texto "Gasoil \$/tonelada". En el extremo derecho hay un recuadro con el texto "Gasoil \$/barril". Debajo de la flecha, centrado, se encuentra la fórmula matemática:
$$\frac{\text{Gasoil } (\$/\text{tonelada})}{7,45}$$

Para obtener las cotizaciones del *Crack Spread* simplemente habrá que calcular la diferencia de ambos. De esta manera, y teniendo las cotizaciones de los tres futuros de inversión en las mismas unidades, ya pueden ser comparados. En el siguiente gráfico se puede observar de una manera más visual su comportamiento en los últimos 33 años.

⁶⁵ ICE Futures Europe, (julio 2008) "ICE Gas Oil Crack – Overview". (Disponible en: [https://www.theice.com/publicdocs/futures/ICE Gas Oil Crack.pdf](https://www.theice.com/publicdocs/futures/ICE_Gas_Oil_Crack.pdf))

Ilustración 10: Cotizaciones históricas del Brent, Gasoil y Crack Spread (1988-2021)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

El resto de las variables han sido calculadas de manera individual para cada cotización diaria mediante la herramienta de Excel y han sido las siguientes:

- El rendimiento de cada uno de ellos. Para su cálculo se ha realizado el logaritmo de la variación diaria de sus cotizaciones⁶⁶.
- La volatilidad. En este caso, se ha procedido al cálculo tanto de la volatilidad anualizada como de la volatilidad mensual. Para su cálculo, se ha realizado la desviación típica de los rendimientos del año (o mes, en el caso de la volatilidad mensual) $x-1$ y este resultado se ha multiplicado por la raíz cuadrada del tiempo (siendo 250 o 251 el número de días de cotizaciones en un año y 20 o 21 en un mes).⁶⁷
- El VaR. Para su cálculo se ha empleado la fórmula indicada en el punto 4.3. del presente trabajo (ecuación 9). En este caso, también se ha procedido al cálculo del

⁶⁶ $=\text{LOG}(\text{Precio}_x/\text{Precio}_{x-1})$

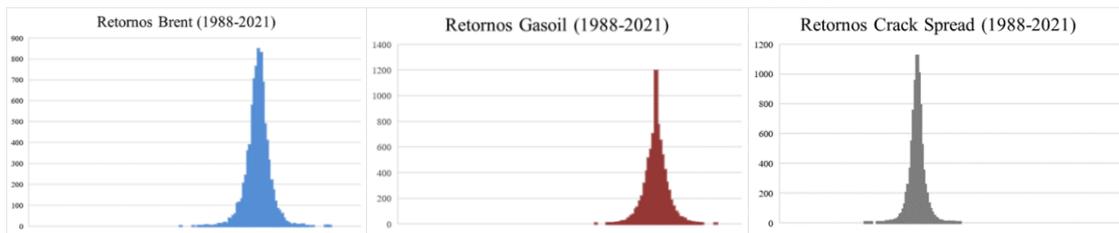
⁶⁷ $\text{DESVESTA}(\text{rendimientos año}_{x-1}) * \text{RAIZ}(1/250)$

$\text{DESVESTA}(\text{rendimientos mes}_{x-1}) * \text{RAIZ}(1/20)$

VaR anual (utilizando la volatilidad anualizada) y del VaR mensual (utilizando la volatilidad mensual). La finalidad del cálculo de ambos es la de comparar cómo se comportan cada uno de ellos en los distintos periodos a analizar, y ver cuál sería aconsejable utilizar en periodos de altas volatilidades.

Para este análisis, se ha decidido tomar, por un lado, el escenario de La Primera Guerra del Golfo y, por otro lado, el escenario actual causado por la COVID-19. Para ambos escenarios, los cálculos serán realizados en base a un inversor que ya posea o quiera incluir en su cartera paquete de **10.000** futuros de alguno de estos tres productos. Por último, cabe indicar que el método elegido ha sido el **analítico o paramétrico**, ya que se ha podido comprobar como los retornos siguen, salvo por algunos datos puntuales, una distribución normal:

Ilustración 11: Distribución rendimientos Brent, Gasoil y Crack Spread (1988-2021)



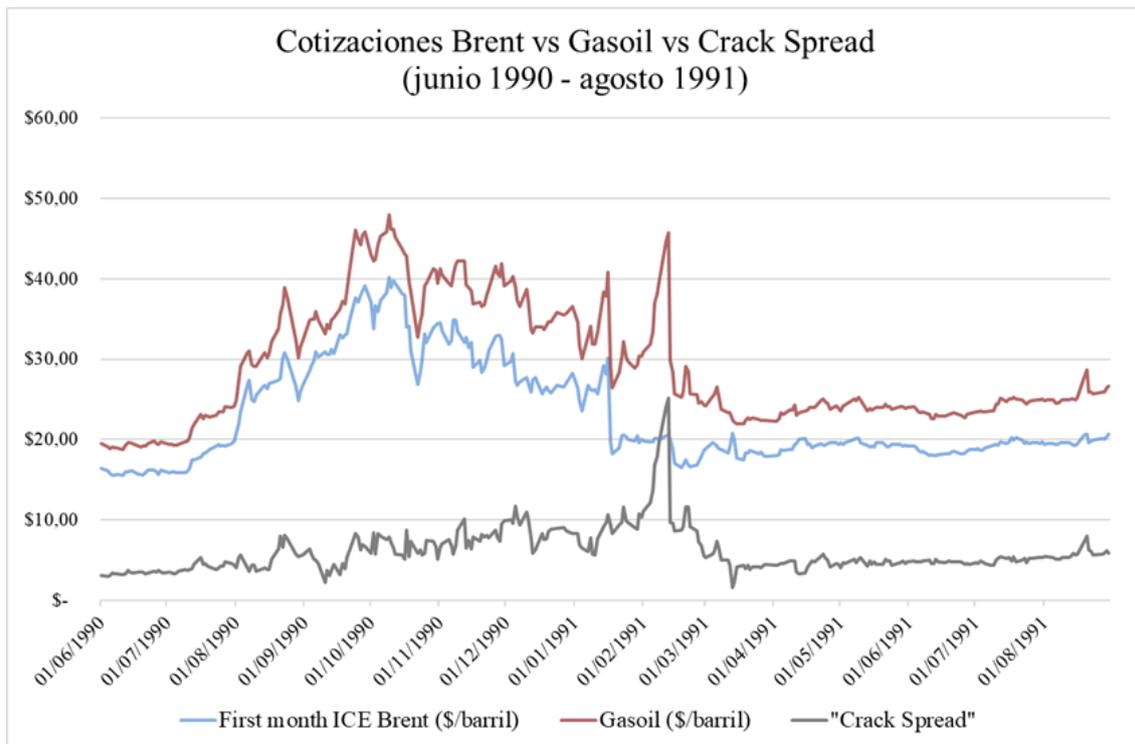
Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

5.2. Comportamiento del VaR en los escenarios planteados

Escenario 1: Primera Guerra del Golfo (1990-1991)

Tal y como se comentó en el punto 3.2. del presente trabajo, la Primera Guerra del Golfo tuvo como consecuencia una subida de las cotizaciones del precio del *Brent* y consecuentemente de sus derivados como lo es el gasoil.

Ilustración 12: Cotizaciones del Brent, Gasoil y Crack Spread (junio 1990 – agosto 1991)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

En el gráfico se puede observar ese incremento de los precios, así como las grandes volatilidades de estas, que se dan en el periodo comprendido entre julio de 1990 y abril de 1991 aproximadamente. En la tabla mostrada a continuación se muestran las volatilidades medias, máximas y mínimas, así como las volatilidades más frecuentes (moda) de cada producto. Se puede ver como las volatilidades anuales de todos ellos son muy altas, mientras que las volatilidades mensuales quedan un poco más corregidas.

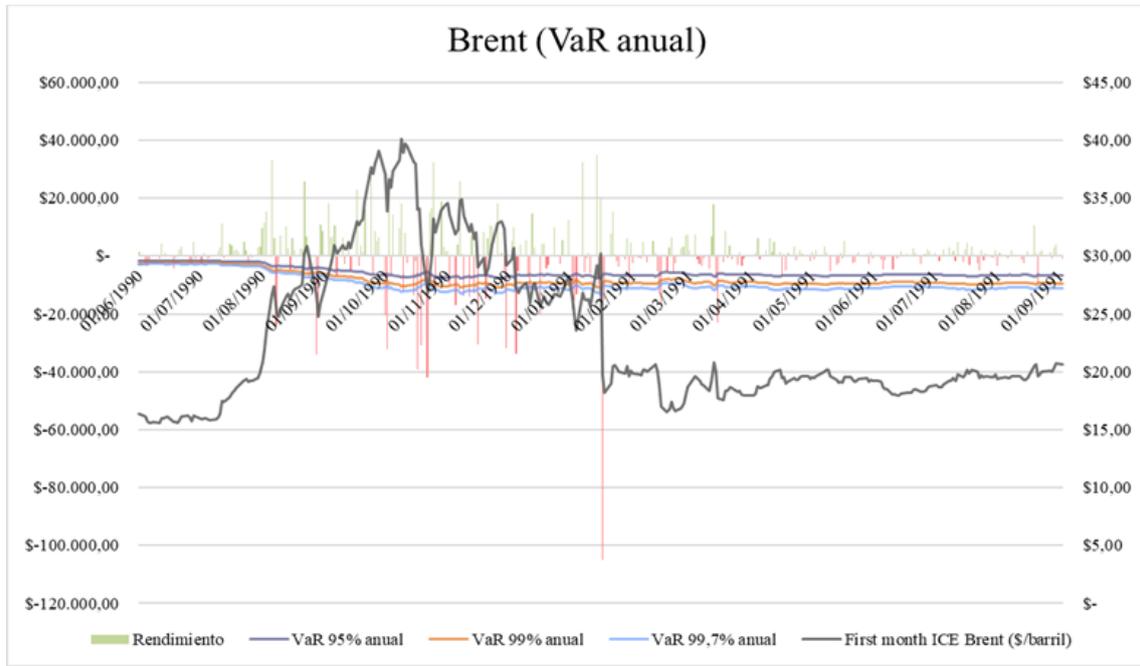
Tabla 9: Volatilidad anual y mensual Brent, Gasoil y Crack Spread (1990-1991)

	ICE Brent		Gasoil		Crack Spread	
	σ anual	σ mensual	σ anual	σ mensual	σ anual	σ mensual
Media	24,71 %	6,95 %	26,62 %	7,41 %	101,51 %	29,46 %
Máxima	33,51 %	21,66 %	36,46 %	26,09 %	126,29 %	91,70 %
Mínima	9,67 %	1,49 %	12,71%	1,52 %	57,74 %	8,55 %
Moda	33,38 %	2,97 %	-	2,07 %	-	-

Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

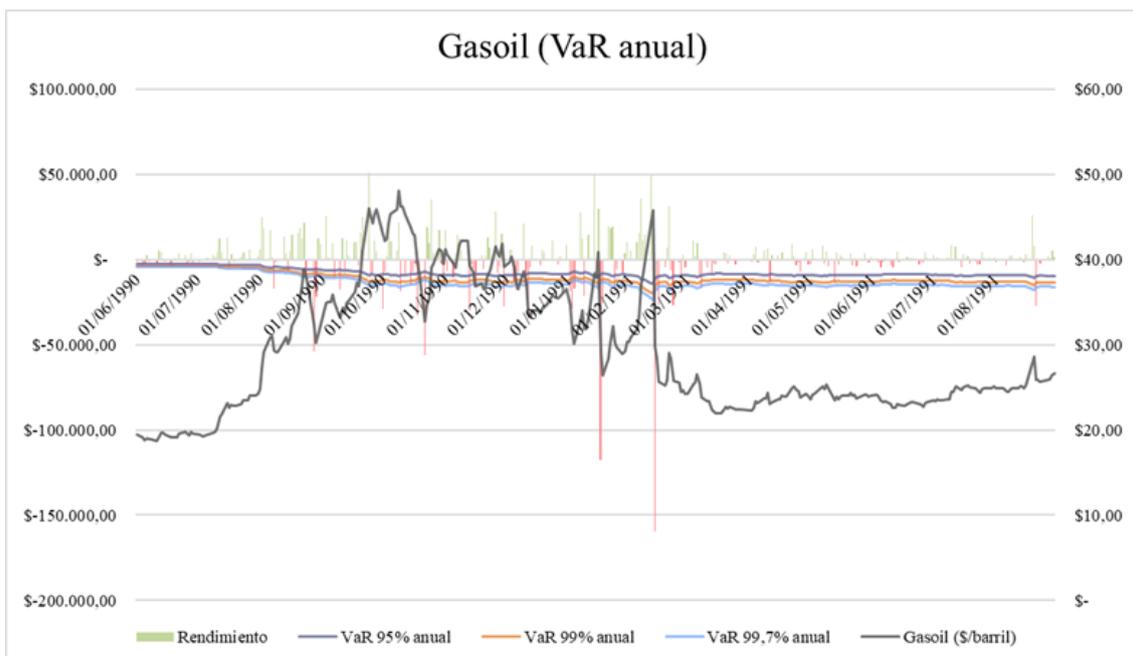
En cuanto al comportamiento del **VaR anual** en cada uno de los productos, se puede observar cómo apenas recoge ninguna de las pérdidas derivadas de esas altas variaciones de precios durante la Primera Guerra del Golfo.

Ilustración 13: VaR anual Brent al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo)



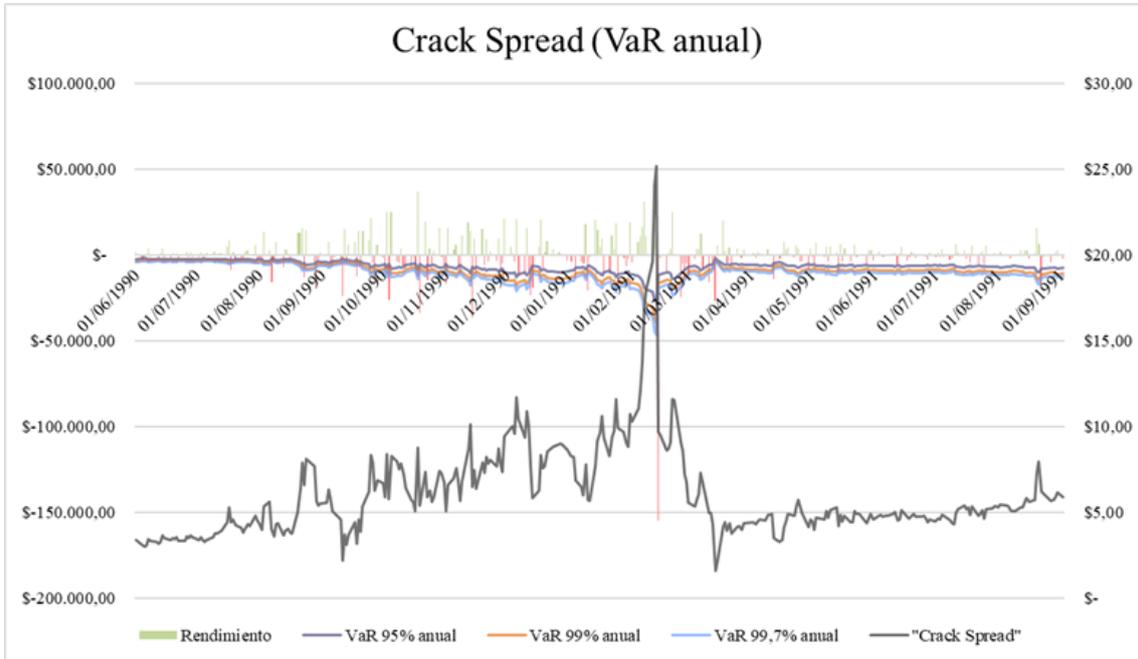
Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Ilustración 14: VaR anual Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Ilustración 15: VaR anual Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Los valores de pérdida máxima esperada que mostraba el VaR anual a cada uno de sus niveles de confianza durante ese periodo fueron:

Tabla 10: VaR anual Brent, Gasoil y Crack Spread (1990-1991)

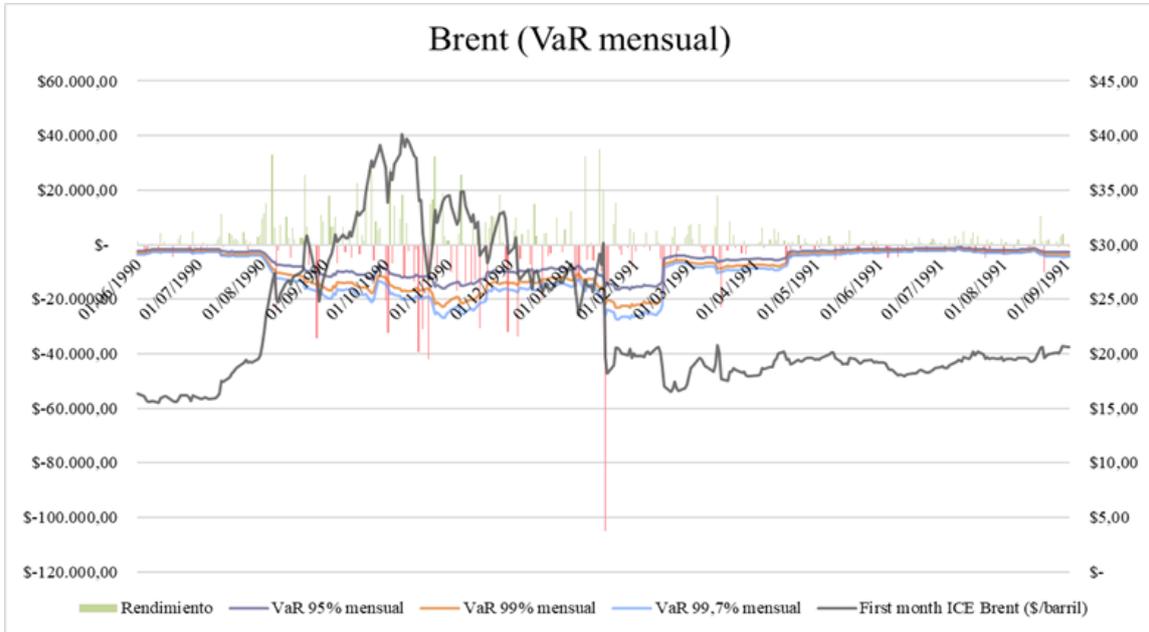
	VaR anual 95%	VaR anual 99%	VaR anual 99,7%	Máxima pérdida real
ICE Brent	7.998,54 \$	11.312,49 \$	13.361,82 \$	105.000 \$
Gasoil	14.165,71 \$	20.034,84 \$	23.664,28 \$	159.731,54 \$
Crack Spread	27.710,96 \$	39.192,14 \$	46.292,06 \$	154.531,54 \$

Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Como se puede ver, las máximas pérdidas esperadas de cada uno de ellos durante este periodo fueron significativamente inferiores a las que realmente fueron experimentadas. Si por el contrario se comparan estos resultados con los del **VaR mensual** a los distintos

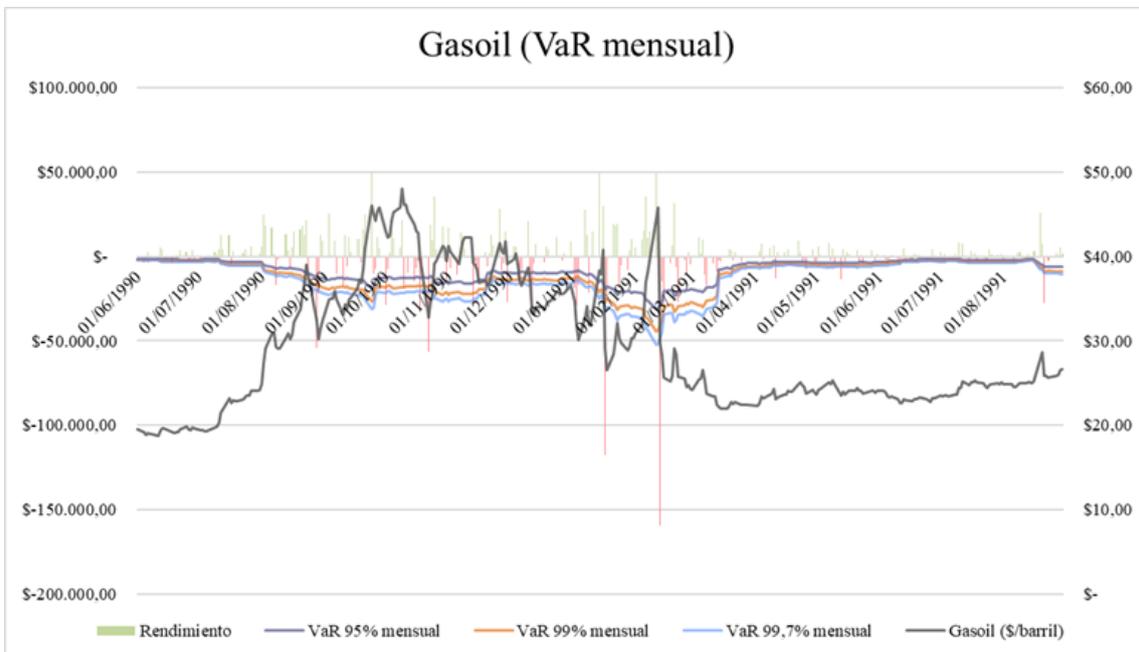
niveles de confianza, se obtiene que la pérdida máxima esperada durante este periodo para cada uno fue:

Ilustración 16: VaR mensual Brent al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo)



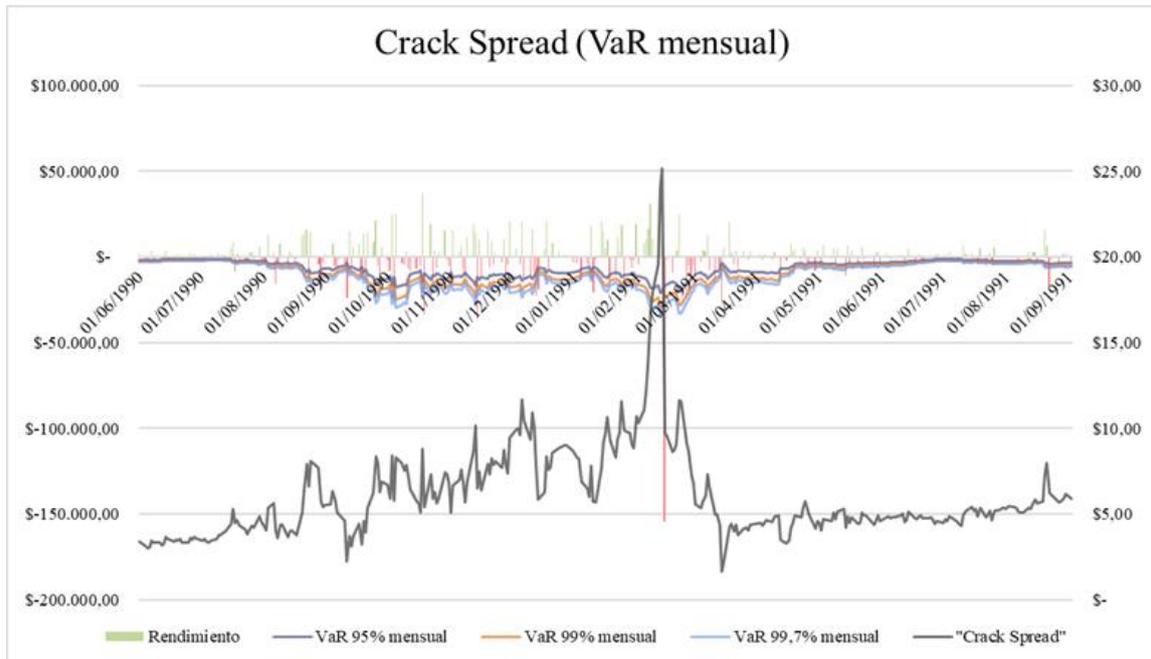
Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg

Ilustración 17: VaR mensual Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg

Ilustración 18: VaR mensual Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (Primera Guerra del Golfo)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Tabla 11: VaR mensual Brent, Gasoil y Crack Spread (1990-1991)

	VaR mensual 95%	VaR mensual 99%	VaR mensual 99,7%	Máxima pérdida real
ICE Brent	16.379,91 \$	23.166,42 \$	27.363,17 \$	105.000 \$
Gasoil	31.347,17 \$	44.334,90 \$	52.366,46 \$	159.731,54 \$
Crack Spread	21.066,95 \$	29.795,39 \$	35.193,02 \$	154.531,54 \$

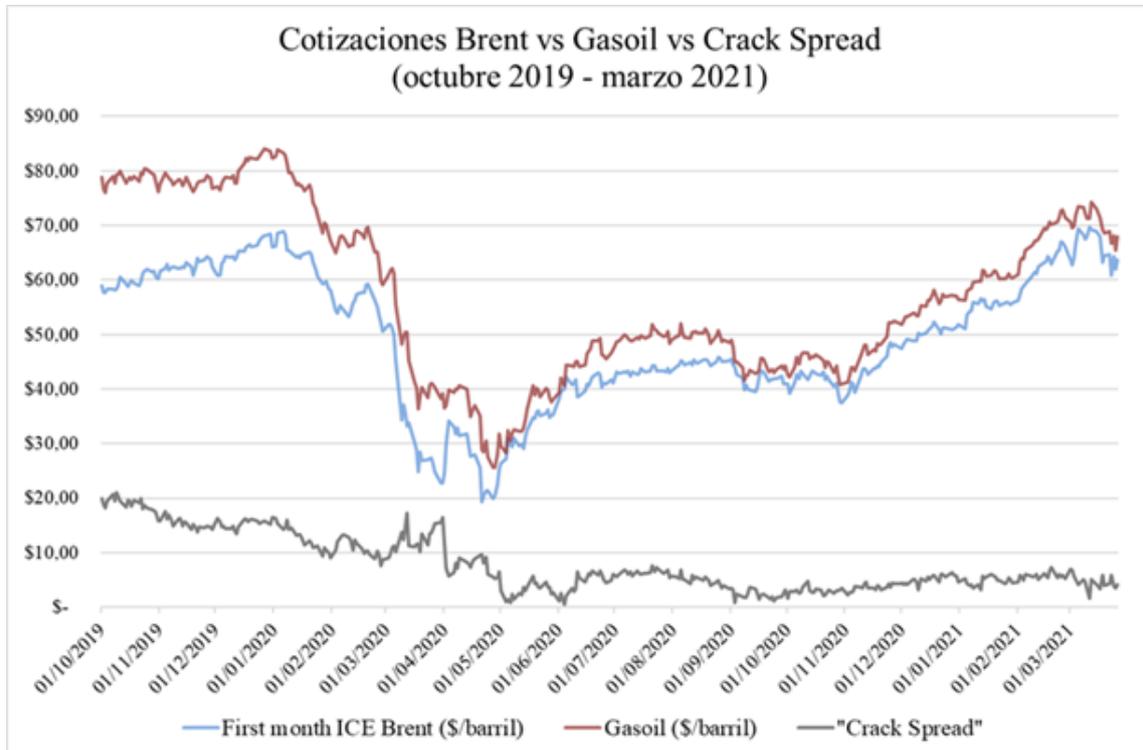
Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Analizando los resultados obtenidos con el cálculo del VaR mensual, se puede ver como a pesar de ser resultados más adecuados con la realidad, siguen estando poco ajustados y no proporcionan información realmente útil en cuanto a cómo actuar en estos momentos de altas volatilidades.

Escenario 2: La COVID-19 (2019-2021)

La actual crisis del Coronavirus ha producido un efecto brusco en todos los sectores de la economía mundial. Tal y como se comentó en el punto 3.2. del presente trabajo, el sector energético se vio fuertemente afectado por esta situación y las cotizaciones tanto del *Brent*, como del Gasoil y de su *Crack Spread*, sufrieron un desplome muy significativo. A diferencia de la situación analizada en el Escenario 1, la COVID-19 produjo un gran descenso de los precios de estos productos, que experimentaron también grandes volatilidades.

Ilustración 19: Cotizaciones del Brent, Gasoil y Crack Spread (octubre 2019 - marzo 2021)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

En el gráfico se puede observar esa caída de los precios entre los meses de enero y mayo de 2020 aproximadamente, así como las volatilidades de los precios en este periodo seleccionado. Siguiendo con el mismo proceso que en el primer escenario, a continuación, se muestran las volatilidades medias, máximas y mínimas, así como las volatilidades más frecuentes (moda) de cada producto.

Tabla 12: Volatilidad anual y mensual Brent, Gasoil y Crack Spread (2019-2021)

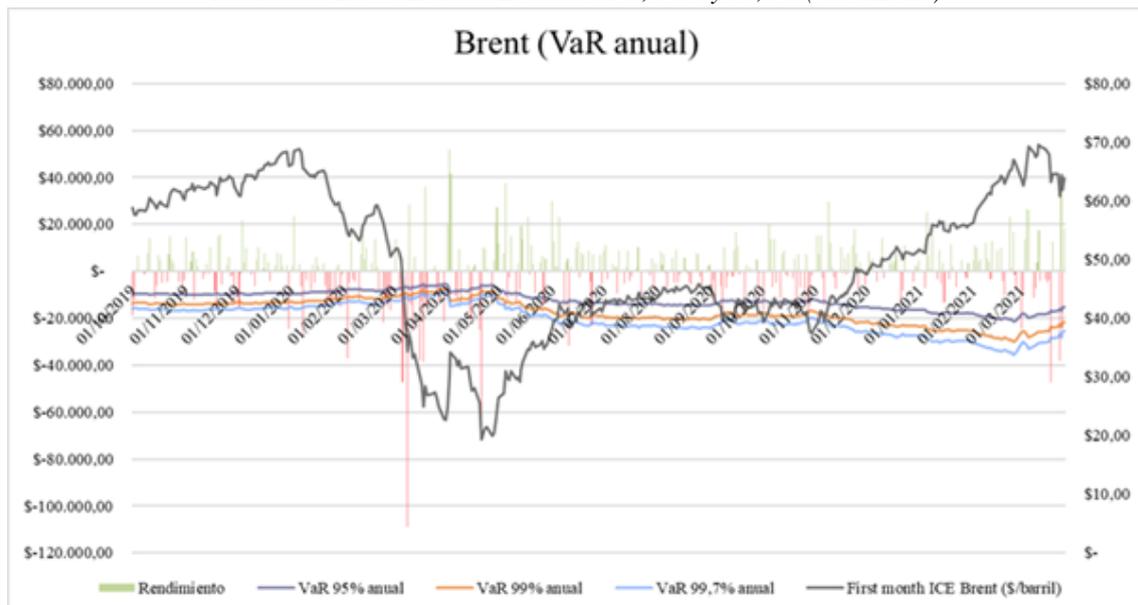
	ICE Brent		Gasoil		Crack Spread	
	σ anual	σ mensual	σ anual	σ mensual	σ anual	σ mensual
Media	25,02 %	5,69 %	20,24 %	5,13 %	122,73 %	39,43 %
Máxima	31,11 %	20,56 %	25,72 %	15,92 %	208,25 %	102,90 %
Mínima	13,28 %	1,76 %	10,98 %	2,12 %	38,86 %	8,67 %
Moda	-	-	25,61 %	3,27 %	-	-

Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

En este escenario, las volatilidades son bastante similares a las obtenidas en el primer periodo analizado. Sin embargo, en cuanto a las volatilidades que experimenta el *Crack Spread*, sí que se observa un incremento de estas en comparación con el escenario anterior y cabe destacar que, en ambos, sus volatilidades son bastante altas.

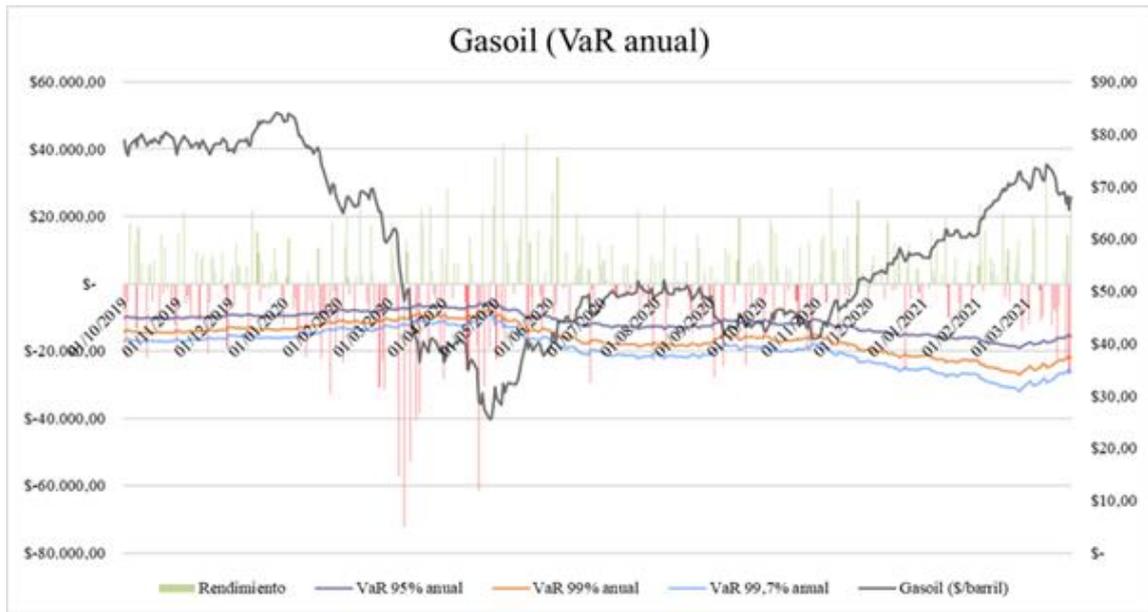
En cuanto a las máximas pérdidas esperadas calculadas mediante el VaR, se analizarán en primer lugar los resultados obtenidos mediante el **VaR anual** de cada uno de los productos. En este escenario, se observa como las pérdidas quedan por lo general más recogidas, sin embargo, entre los meses de marzo y mayo de 2020 es el rango donde se recogen las mayores pérdidas y donde se encuentra el principal desajuste en cuanto a las pérdidas calculadas mediante el VaR anual (principalmente en el Gasoil y en el *Brent*).

Ilustración 20: VaR anual Brent al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19)



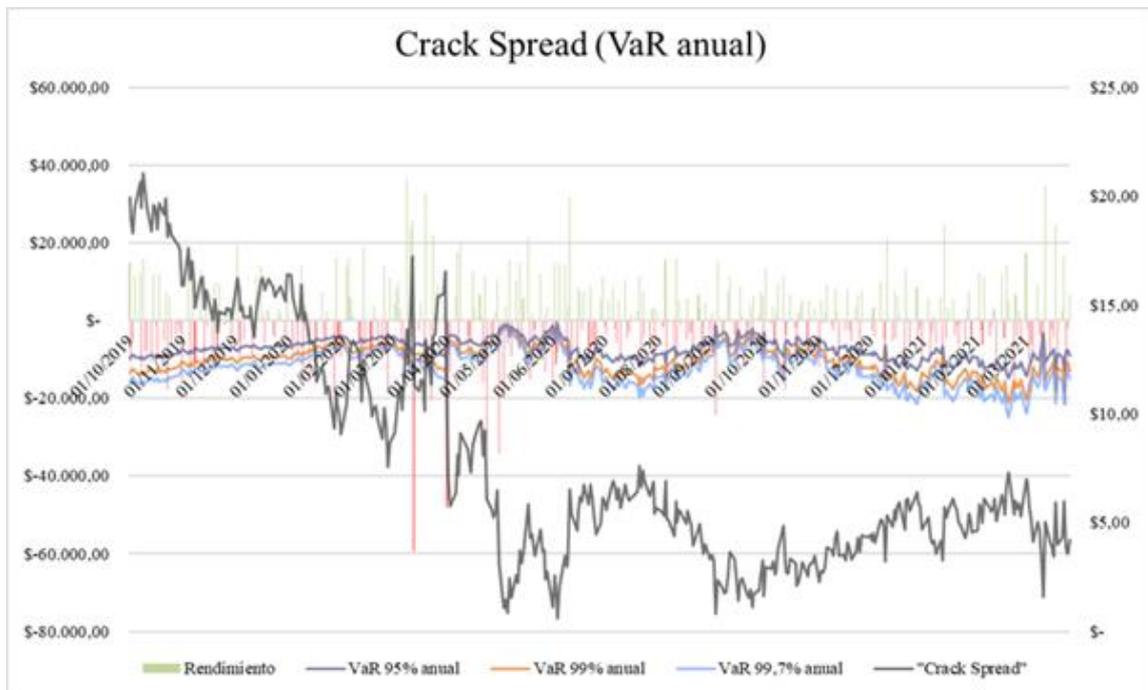
Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Ilustración 21: VaR anual Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Ilustración 22: VaR anual Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Los valores de pérdida máxima esperada que mostraba el VaR anual a cada uno de sus niveles de confianza durante ese periodo fueron:

Tabla 13: VaR anual Brent, Gasoil y Crack Spread (2019-2021)

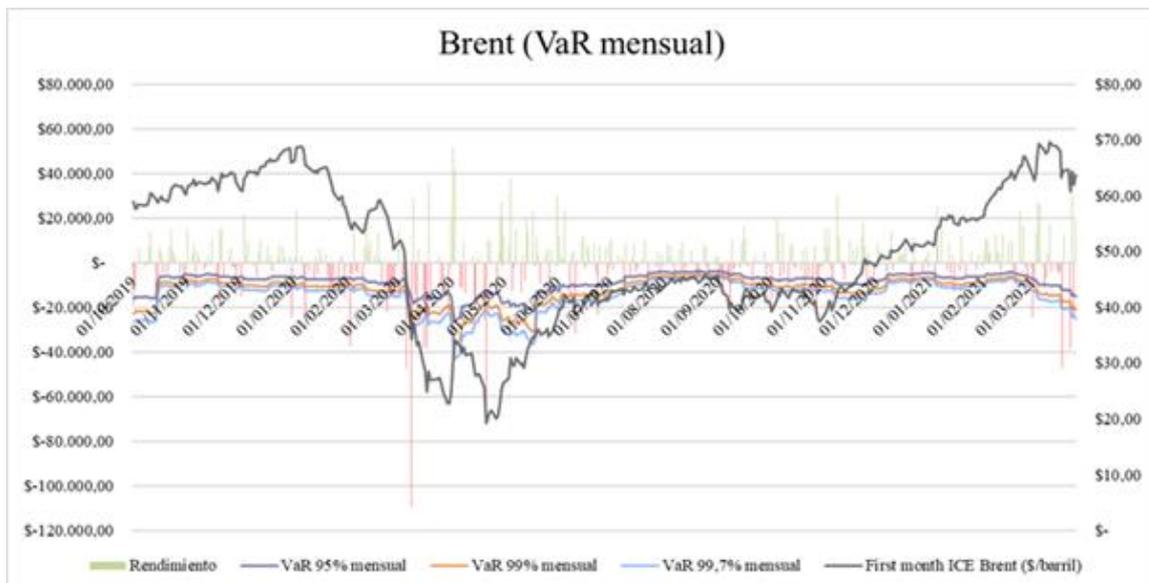
	VaR anual 95%	VaR anual 99%	VaR anual 99,7%	Máxima pérdida real
ICE Brent	21.286,47 \$	30.105,86 \$	35.559,73 \$	109.100 \$
Gasoil	19.089,72 \$	26.998,96 \$	31.890 \$	72.483,22 \$
Crack Spread	14.876 \$	21.039,41 \$	24.850,84 \$	59.320,13 \$

Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Como se puede observar, se vuelven a obtener unos resultados de pérdida máxima esperada mediante el cálculo del VaR anual bastante inferiores a las máximas pérdidas realmente obtenidas. En este caso, se vuelve a obtener un VaR anual más cercano a la realidad en el *Crack Spread*, a pesar de ser aquel que presentaba unas volatilidades más altas.

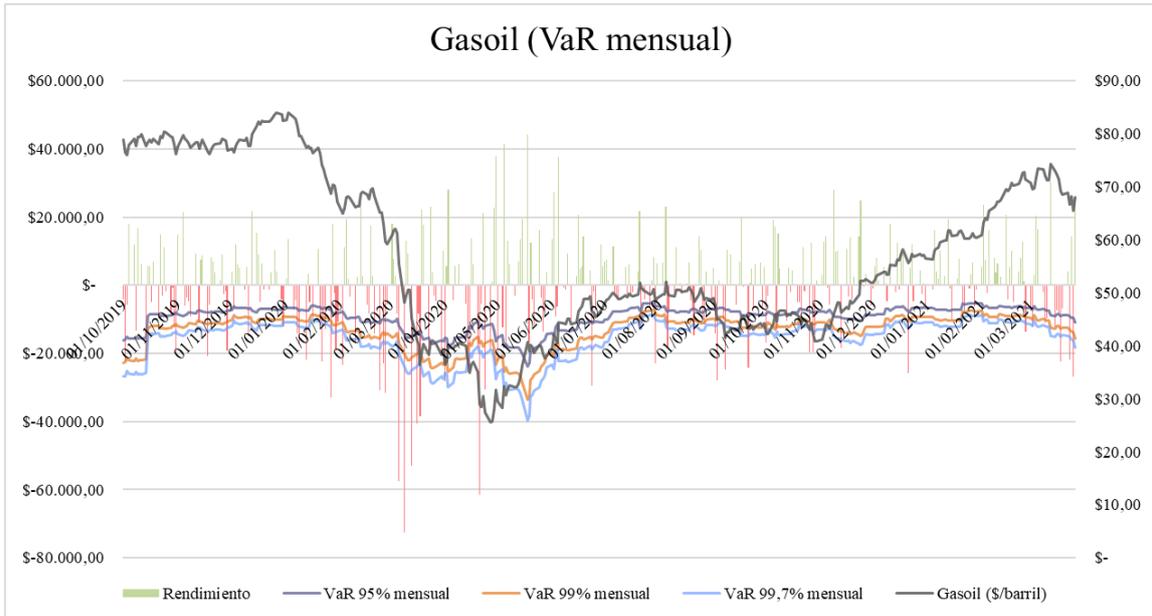
Si ahora se analizan los resultados obtenidos con el **VaR mensual** a cada nivel de confianza, se puede ver representada su forma de adaptación a la realidad en los gráficos que se muestran a continuación.

Ilustración 23: VaR mensual Brent al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19)



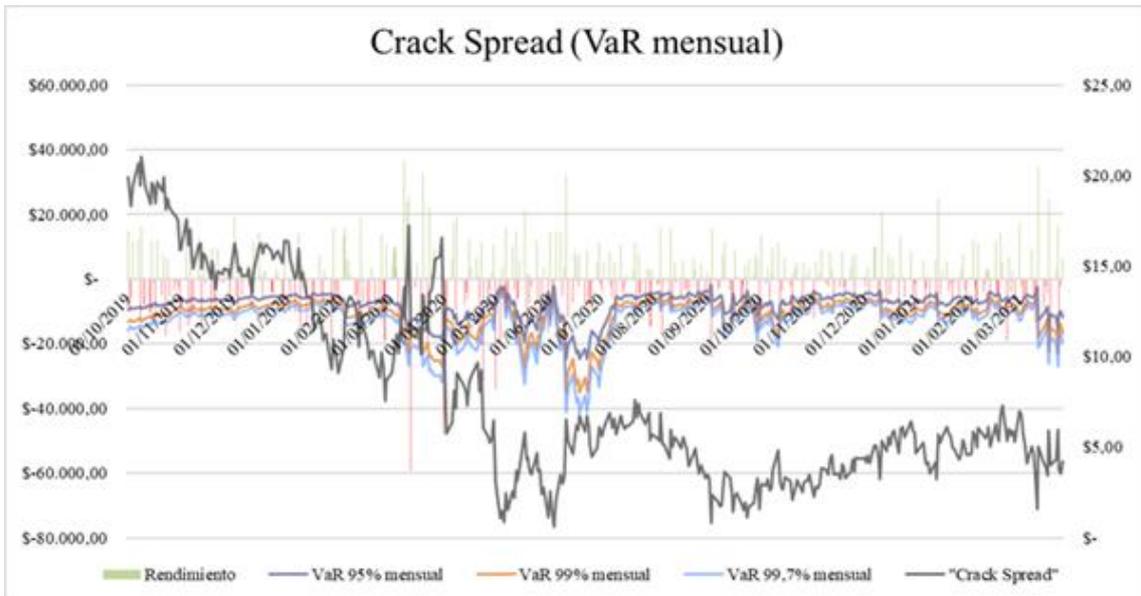
Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Ilustración 24: VaR mensual Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Ilustración 25: VaR mensual Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (COVID-19)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Antes de ser analizado con datos, se puede ver como el VaR mensual se adapta mucho más a la realidad experimentada en el rendimiento de cada producto, quedando bastante más recogidas las pérdidas (especialmente en el *Crack Spread*) que con el VaR anual.

Tabla 14: VaR mensual Brent, Gasoil y Crack Spread (2019-2021)

	VaR mensual 95%	VaR mensual 99%	VaR mensual 99,7%	Máxima pérdida real
<i>ICE Brent</i>	25.796,22 \$	36.484,09 \$	43.093,42 \$	109.100 \$
Gasoil	23.794,54 \$	33.653,08 \$	39.749,56 \$	72.483,22 \$
<i>Crack Spread</i>	24.764,40 \$	35.024,76 \$	41.369,73 \$	59.320,13 \$

Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Analizando estos resultados, se puede ver como todos ellos se acercan más a la pérdida máxima realmente obtenida durante este periodo. Cabe destacar como el VaR mensual al 99,7% de confianza del *Crack Spread*, es el resultado obtenido mediante el cálculo del VaR que más se ajusta con la realidad de todos los calculados hasta el momento.

A pesar de todo esto, mediante la aplicación del VaR en este tipo de escenarios, que reflejan periodos de altas volatilidades, se puede ver como el VaR no proporciona una información del todo útil al inversor, ya que no se adapta correctamente a este tipo de periodos, resultando ser bastante impreciso.

5.3. Solución propuesta

Ante estas situaciones, en las que se prevea que las cotizaciones de los instrumentos financieros fruto de análisis puedan verse afectadas, lo que se propone como solución es tratar de anticiparse a lo que podría suceder para tomar una decisión anticipada.

Pero ¿cómo anticiparse? Como se ha observado en ambos escenarios, el problema principal en estos casos han sido las grandes volatilidades experimentadas por cada uno de los productos. Como solución a este problema, se propone una simulación de incremento de las volatilidades cuando se prevea un comienzo de una situación más inestable. Para llegar a los datos elegidos por los que multiplicar cada una de las volatilidades, se han ido introduciendo diferentes datos analizando de manera visual en los gráficos la corrección que suponían para cada valor del VaR. Finalmente, aquellos valores que representaban un valor cercano al buscado son con los que se analizarán a

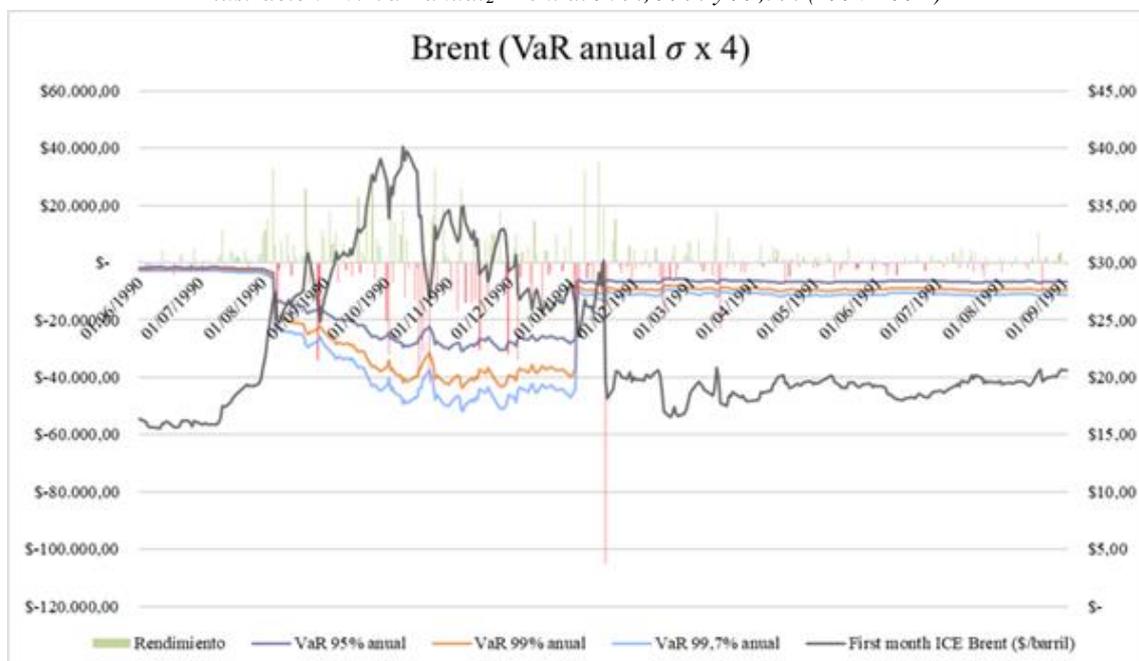
continuación en cada uno de los escenarios. Por su parte, algunas de las pruebas con otros valores se muestran en los Anexos del presente documento. De esta manera:

Escenario 1: Primera Guerra del Golfo (1990-1991)

La Primera Guerra del Golfo comenzó a principios de agosto de 1990 con la invasión de Kuwait (2 agosto 1990)⁶⁸. Con esto, un inversor que cuente con futuros⁶⁹ de petróleo *Brent*, derivados como el Gasoil o futuros en su *Crack Spread*, debería desde este momento, anticiparse ante esta situación que, sin saber de forma exacta el tiempo que durará, afectará a las cotizaciones de estos productos.

De esta manera si desde el día 7 de agosto, por ejemplo, decide anticiparse y en el cálculo del **VaR anual** multiplica la volatilidad anual por 4 (para el *Brent* y el Gasoil) y por 2,5 (para el *Crack Spread*), se obtendría un VaR anual más ajustado a la realidad de rendimiento posteriormente experimentada por cada producto.

Ilustración 26: VaR anual₂ Brent al 95%, 99% y 99,7% (1990-1991)

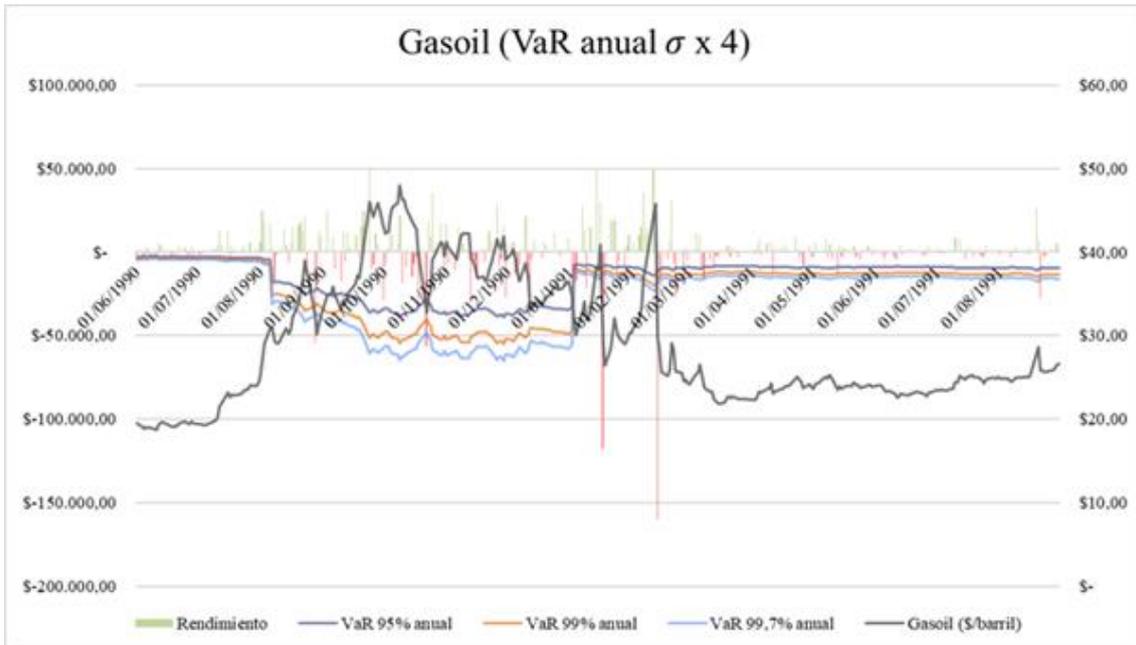


Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

⁶⁸ Ministerio de Defensa, Gobierno de España - "Primera Guerra del Golfo". (Disponible en: https://www.defensa.gob.es/misiones/en_exterior/historico/listado/primera-guerra-del-golfo.html)

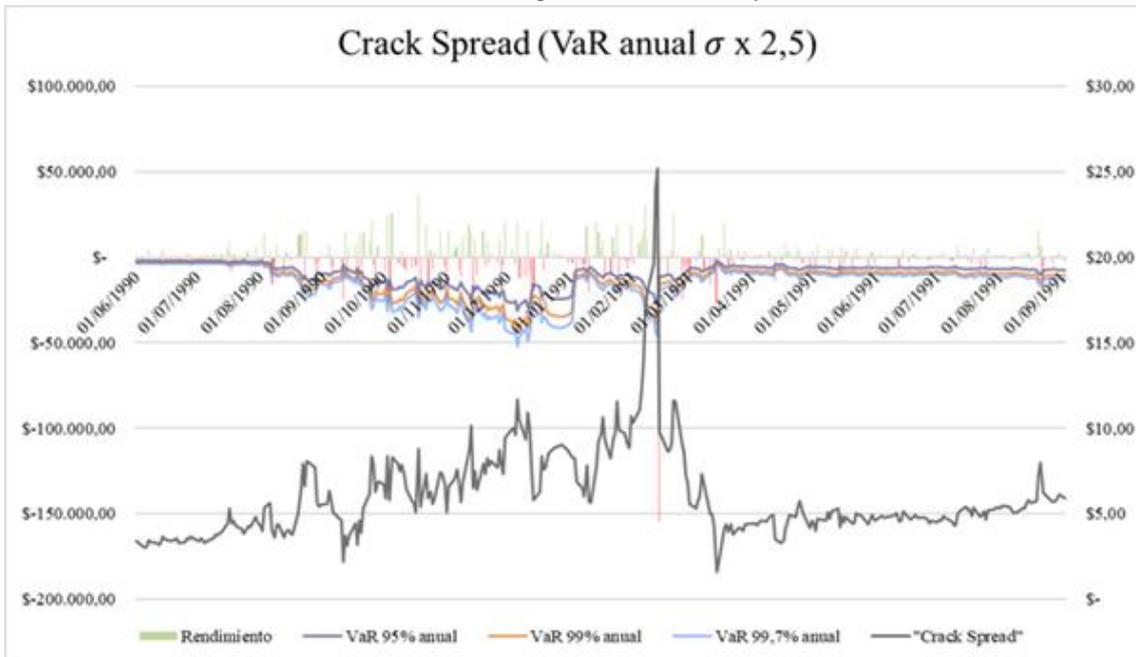
⁶⁹ En este caso, un paquete de 10.000 futuros

Ilustración 27: VaR anual₂ Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (1990-1991)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Ilustración 28: VaR anual₂ Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (1990-1991)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

El horizonte temporal seleccionado para comprobar la eficacia de la solución propuesta ha sido desde el 7 de agosto de 1990 hasta principios de enero de 1991. Como se puede ver gráficamente durante ese periodo prácticamente todas las pérdidas quedan recogidas

por los nuevos valores hallados para el VaR anual, el cual, mostraba los siguientes valores de pérdida máxima esperada para cada valor de confianza durante ese horizonte temporal seleccionado:

Tabla 15: VaR anual₂ Brent, Gasoil y Crack Spread (1990-1991)

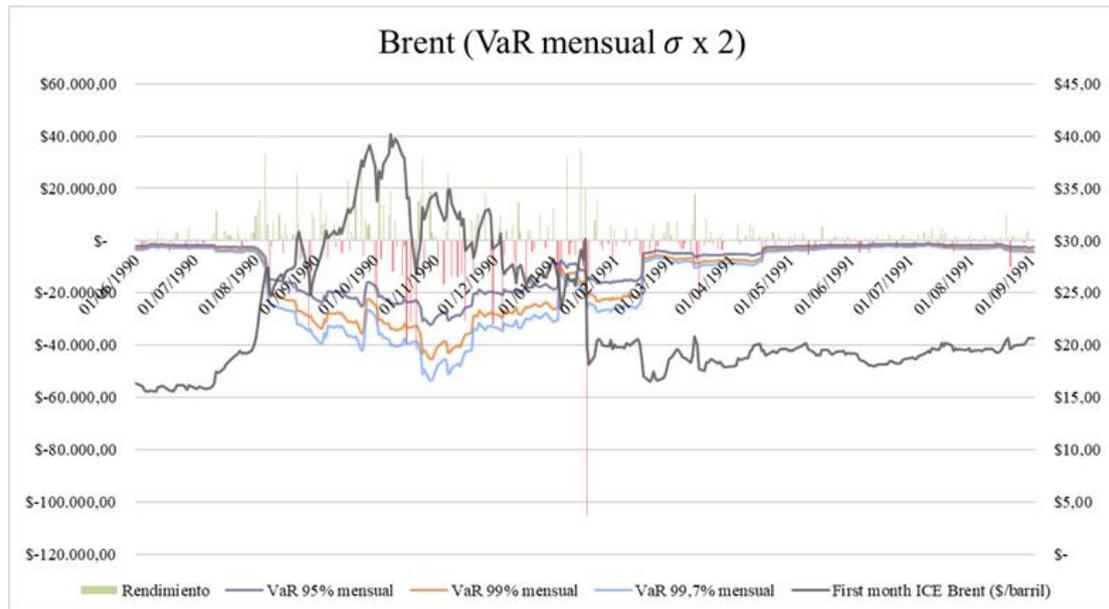
07/08/1990 – 02/01/1991					
	VaR anual 95%	VaR anual 99%	VaR anual 99,7%	Máxima pérdida real	Rendimiento promedio
ICE Brent	30.835,52 \$	43.611,26 \$	51.511,73 \$	41.900 \$	- 33,01 \$
Gasoil	38.834,49 \$	54.924,36 \$	64.874,27 \$	56.375,84 \$	- 455,91 \$
Crack Spread	31.385,53 \$	44.389,15 \$	52.430,55 \$	36.565,77 \$	258,22 \$

Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Comprobando estos datos y comparándolos con los obtenidos en el apartado anterior del presente trabajo, se obtienen ahora unos resultados del VaR anual que sí que proporcionan una información útil y adaptada a la realidad, con la que el inversor podría anticiparse y tomar la decisión de inversión que considere.

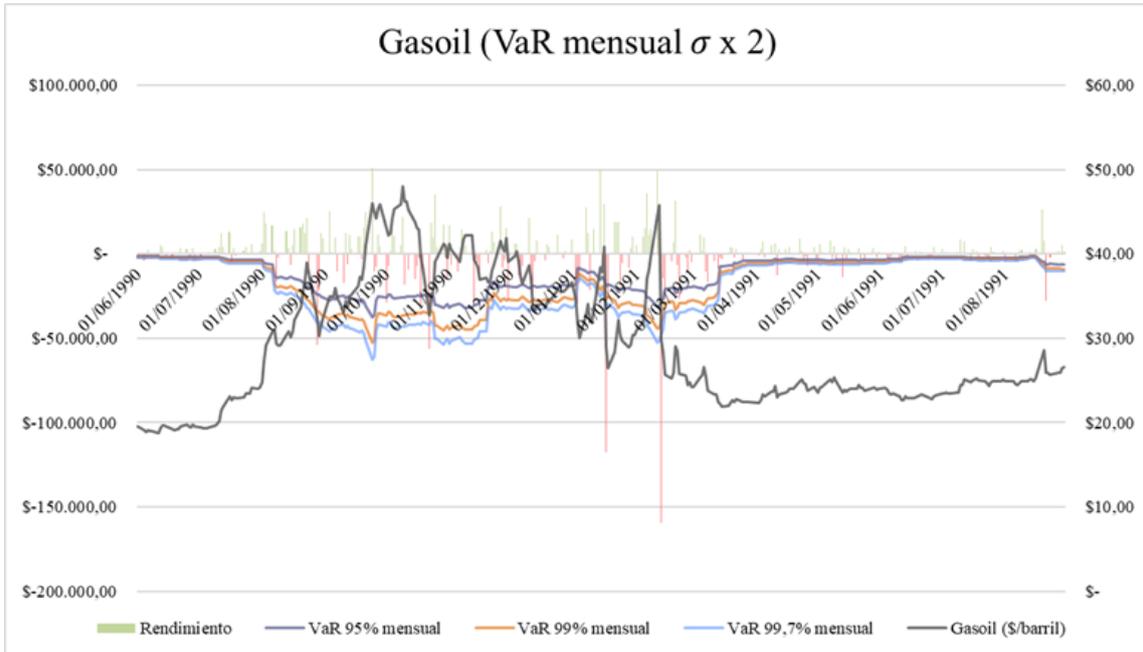
En cuanto al **VaR mensual**, se realizará el mismo análisis cogiendo el mismo horizonte temporal, pero en este caso las volatilidades mensuales del *Brent* y del *Gasoil* serán multiplicadas por 2 y las del *Crack Spread* por 1,5.

Ilustración 29: VaR mensual₂ Brent al 95%, 99% y 99,7% (1990-1991)



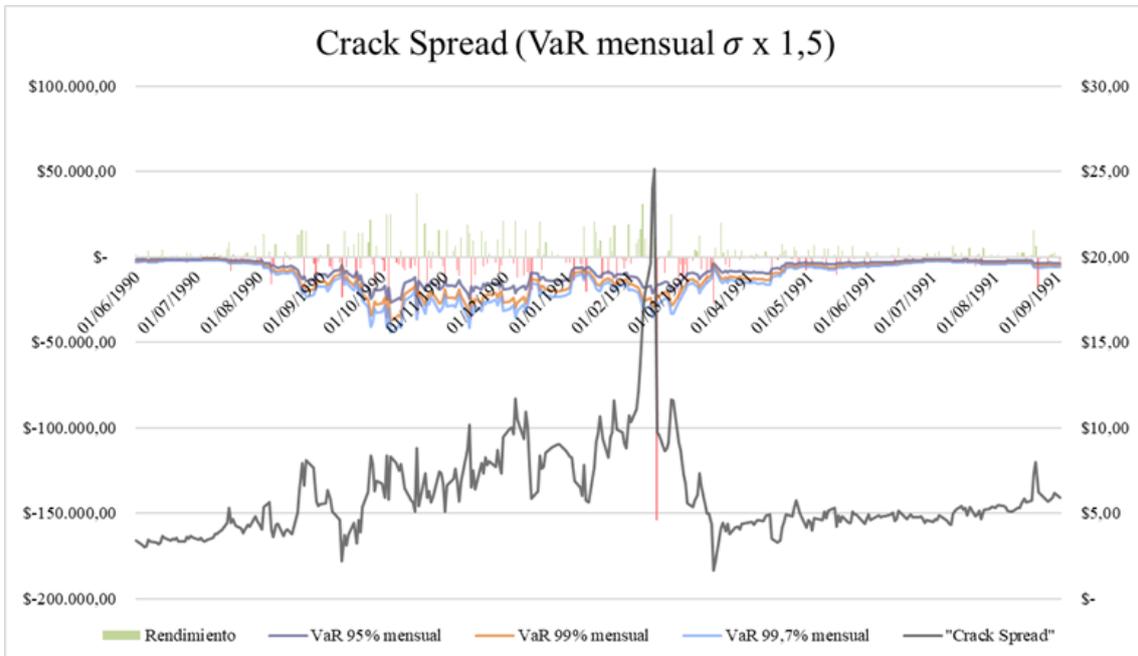
Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Ilustración 30: VaR mensual₂ Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (1990-1991)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Ilustración 31: VaR mensual₂ Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (1990-1991)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Tabla 16: VaR mensual₂ Brent, Gasoil y Crack Spread (1990-1991)

07/08/1990 – 02/01/1991					
	VaR mensual 95%	VaR mensual 99%	VaR mensual 99,7%	Máxima pérdida real	Rendimiento promedio
<i>ICE Brent</i>	31.835,52 \$	45.243,87 \$	53.440,10 \$	41.900 \$	- 33,01 \$
Gasoil	37.355,40 \$	52.832,46 \$	62.403,41 \$	56.375,84 \$	- 455,91 \$
<i>Crack Spread</i>	26.482,23 \$	37.454,32 \$	44.239,43 \$	36.565,77 \$	258,22 \$

Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Observando tanto los resultados de manera gráfica como los calculados, se vuelve a comprobar como las máximas pérdidas reales experimentadas por cada uno de los productos quedan recogidas de una manera bastante precisa por el VaR mensual a un 99% o 99,7% de confianza. Además, cabe destacar como a pesar de las pérdidas que experimenta el *Crack Spread* durante este periodo, su rendimiento promedio es positivo.

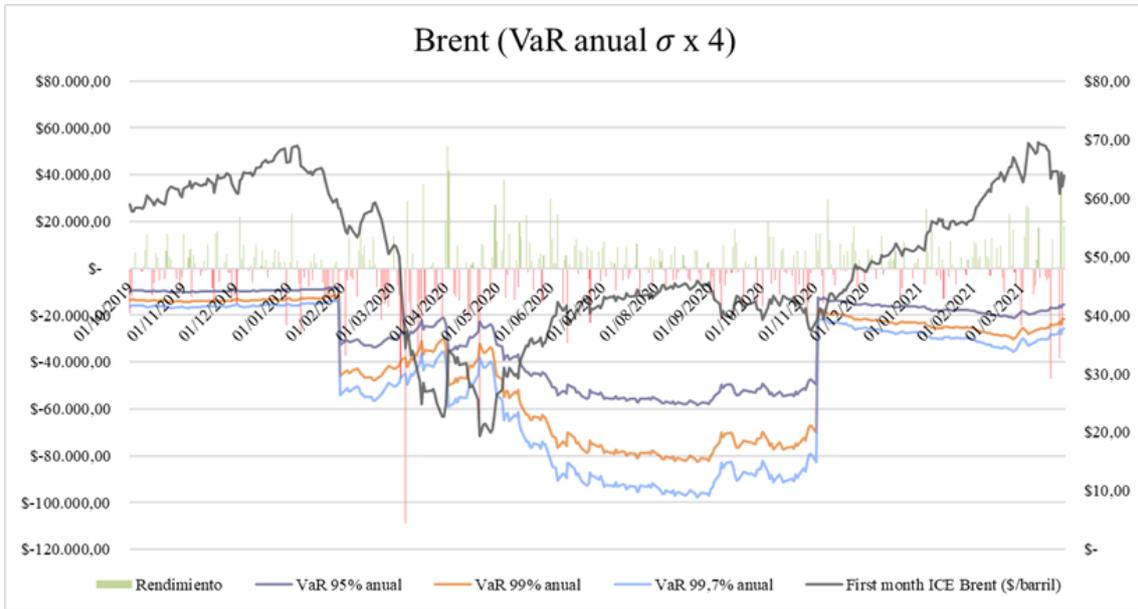
Escenario 2: La COVID-19 (2019-2021)

A continuación, se realizará el mismo análisis para el escenario de la COVID-19. En este caso, el 31 de enero de 2020 la Organización Mundial de la Salud declaró alerta internacional ante la imparable expansión del Coronavirus⁷⁰. De esta manera, el horizonte temporal en este caso será del 31 de enero al 2 de noviembre de 2020.

Para la simulación del **VaR anual**, la volatilidad anual del *Brent* y del *Gasoil* volverán a multiplicarse por 4 y la del *Crack Spread* por 2,5, obteniendo los siguientes resultados tanto gráfica como numéricamente.

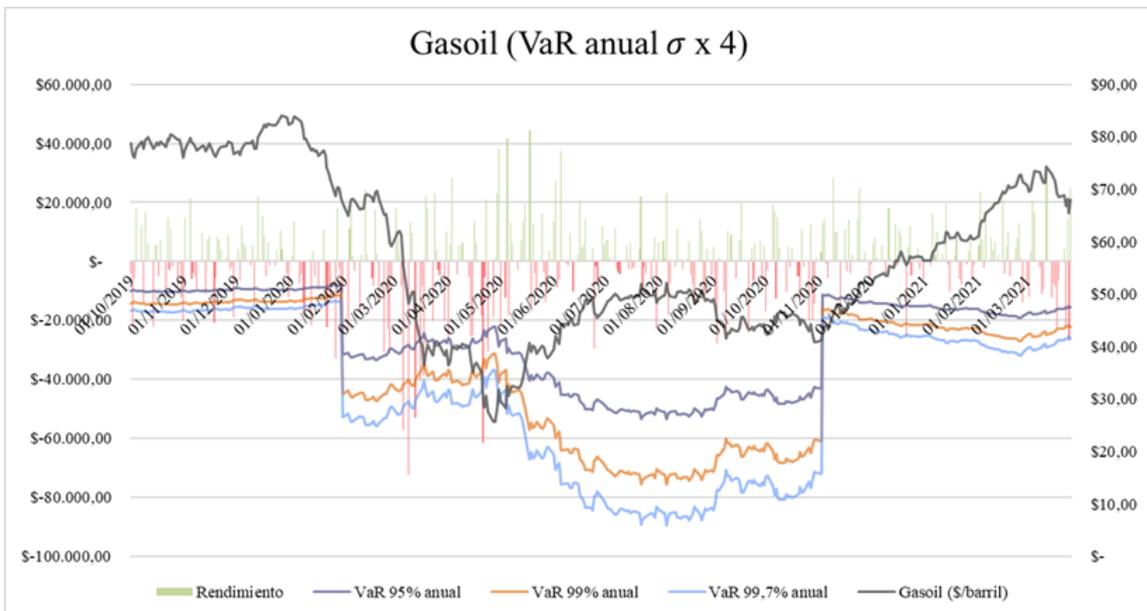
⁷⁰ Güel, O., (31 enero 2020), “La OMS declara la alerta internacional ante la imparable expansión del Coronavirus de Wuham”, *El País*. (Disponible en: https://elpais.com/sociedad/2020/01/30/actualidad/1580399024_626205.html)

Ilustración 32: VaR anual₂ Brent al 95%, 99% y 99,7% (2020)



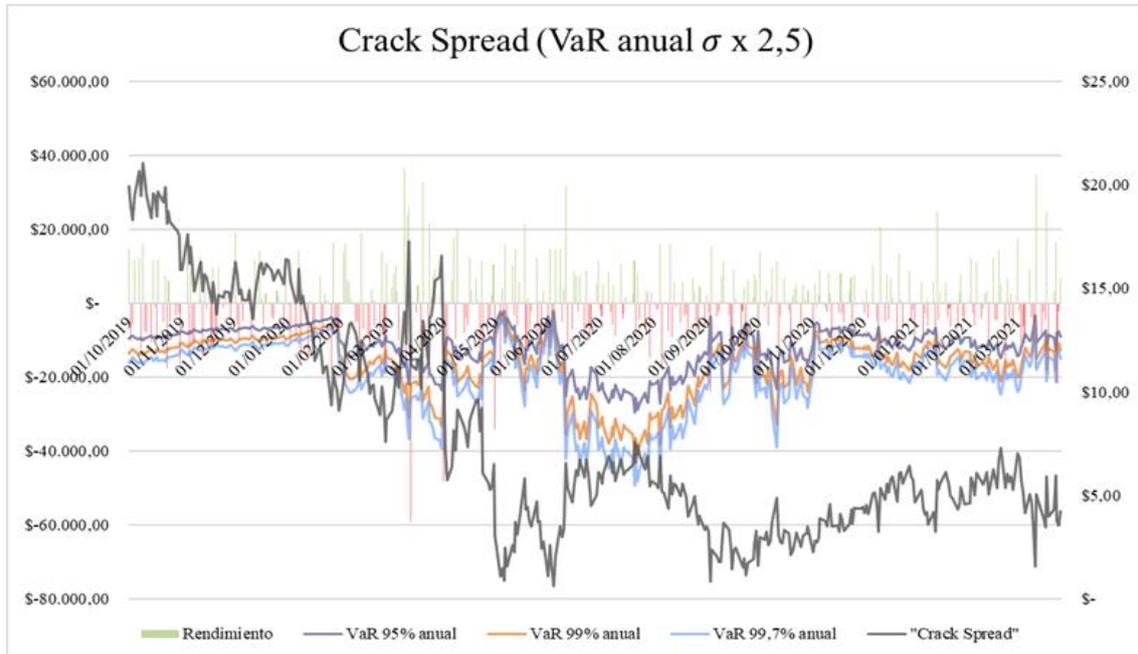
Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg

Ilustración 33: VaR anual₂ Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (2020)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg

Ilustración 34: VaR anual₂ Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (2020)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg

Tabla 17: VaR anual₂ Brent, Gasoil y Crack Spread (2020)

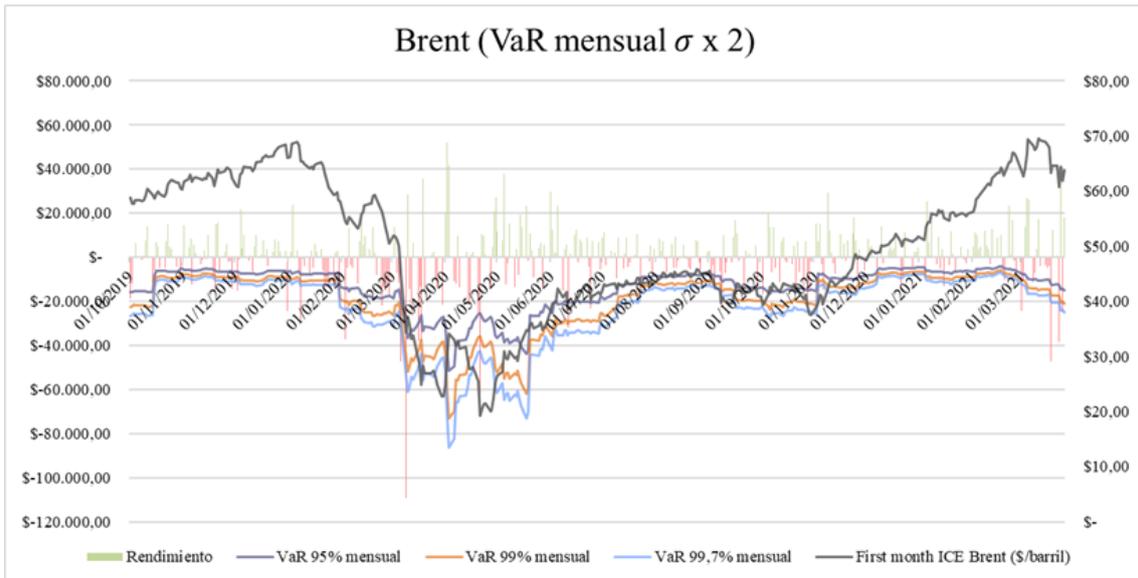
	31/01/2020 – 02/11/2020				
	VaR anual 95%	VaR anual 99%	VaR anual 99,7%	Máxima pérdida real	Rendimiento promedio
ICE Brent	58.501,67 \$	82.740,02 \$	97.728,93 \$	109.100 \$	- 985,71 \$
Gasoil	53.530,38 \$	75.709,03 \$	89.424,23 \$	72.483,22 \$	- 1.381,66 \$
Crack Spread	29.562,62 \$	41.810,97 \$	49.385,31 \$	59.320,13 \$	- 395,95 \$

Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Analizando todos los resultados, se puede ver como solo en el Gasoil el VaR anual proporciona unos resultados de pérdida que tanto al 99% como al 99,7% que cubren la cifra de pérdida máxima realmente experimentada. Sin embargo, poniendo atención en su representación gráfica, se puede ver como el VaR establece estos niveles de pérdida meses después de que realmente se produzca, por lo que no proporcionaría información precisa al inversor si éste decidiera a día 31 de enero de 2020 mantener su posición en los meses de abril y mayo.

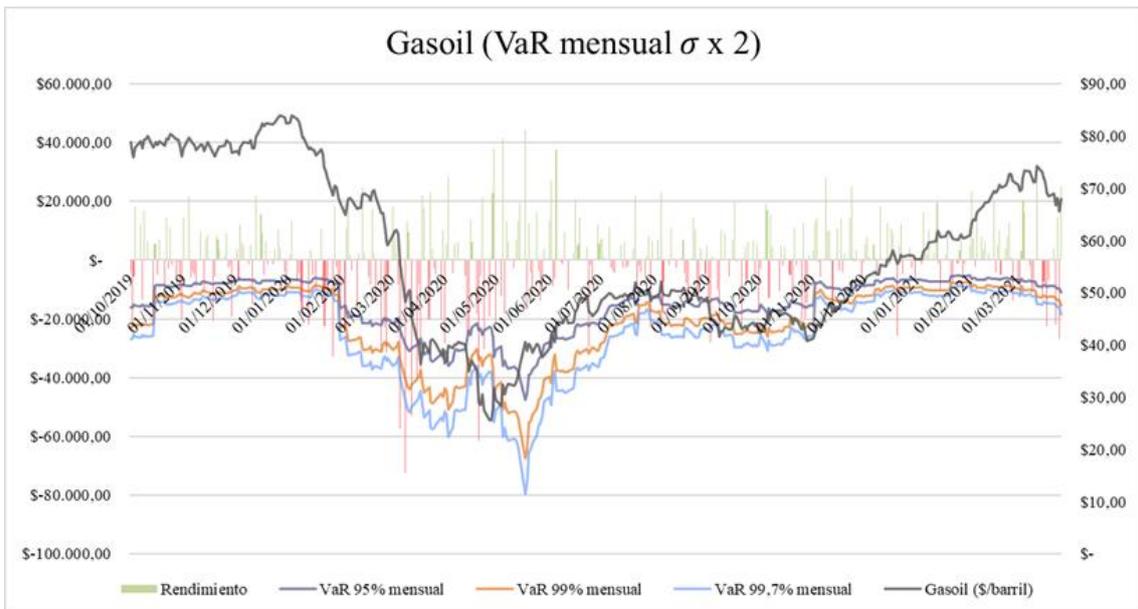
Realizando el mismo procedimiento con el VaR mensual y multiplicando las volatilidades mensuales del *Brent* y del *Gasoil* por 2 y la del *Crack Spread* por 1,5 se obtiene lo siguiente:

Ilustración 35: VaR mensual₂ Brent al 95%, 99% y 99,7% (2020)



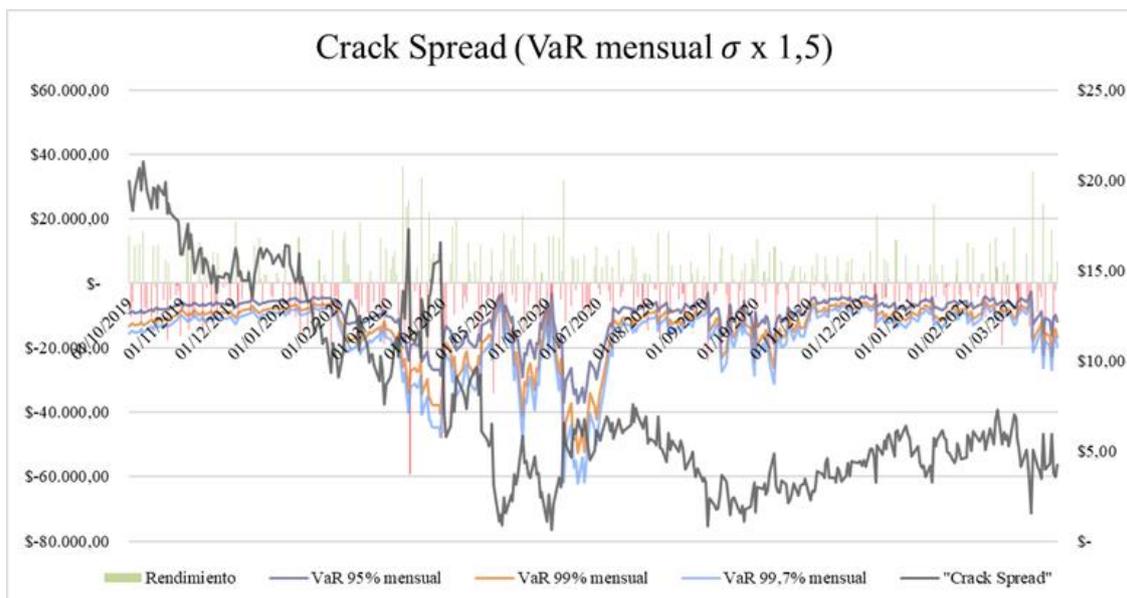
Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg

Ilustración 36: VaR mensual₂ Gasoil al 95%, 99% y 99,7% (2020)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg

Ilustración 37: VaR mensual₂ Crack Spread al 95%, 99% y 99,7% (2020)



Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

Tabla 18: VaR mensual₂ Brent, Gasoil y Crack Spread (2020)

	31/01/2020 – 02/11/2020				
	VaR mensual 95%	VaR mensual 99%	VaR mensual 99,7%	Máxima pérdida real	Rendimiento promedio
ICE Brent	51.592,44 \$	72.968,17 \$	86.186,85 \$	109.100 \$	- 985,71 \$
Gasoil	47.589,08 \$	67.306,15 \$	79.499,11 \$	72.483,22 \$	- 1.381,66 \$
Crack Spread	37.146,59 \$	52.537,13 \$	62.054,59 \$	59.320,13 \$	- 395,95 \$

Fuente: elaboración propia; Datos: Bloomberg.

En este caso, se vuelven a obtener unos resultados de pérdida máxima con el nuevo VaR mensual mucho más cercanos a la realidad, aunque vuelve a ocurrir el hecho de que esa pérdida se dé realmente unos meses antes de lo que muestra el VaR.

5.4. Conclusiones caso práctico

Tras todo el análisis realizado para cada situación, producto y tipo de VaR, se podría concluir lo siguiente.

En cuanto al **VaR**, se ha podido comprobar cómo es preferible seleccionar aquel VaR a un periodo temporal menor. Se ha comprobado como el VaR está altamente condicionado

al tipo de volatilidad elegida, y cuando se dan épocas poco estables, una volatilidad anual no es muy representativa ya que arrastra valores más antiguos y estables, lo que hace que no muestre un VaR preciso ante este tipo de escenarios. Por su parte, el VaR mensual sí que recoge mejor estos cambios y se va adaptando más rápidamente a las situaciones del momento. Por tanto, la recomendación es utilizar preferiblemente el **VaR mensual** al VaR anual, ya que:

- Aunque en épocas estables pueda mostrar unas mayores pérdidas, el inversor sabrá que realmente las pérdidas que pueda tener en serán bajas y no supondrán ningún riesgo grande para su cartera.
- Sin embargo, en épocas más volátiles, conocerá de una manera más adaptada a la realidad cuál será su máxima pérdida posible, y si además de usar VaR mensual, multiplica la volatilidad de su producto por las cantidades previamente utilizadas cuando prevea que puede ser el comienzo de una época menos estable, conocerá de una manera muy precisa cuál sería esa pérdida máxima y anticiparse en su toma de decisiones de inversión.

En cuanto a cada uno de los **futuros** analizados, el *Crack Spread*, a pesar de ser el que presenta unas mayores volatilidades, es el que proporciona un mayor rendimiento en situaciones poco estables y en el que se obtiene un VaR más preciso con la realidad. Por su parte, el *Brent* y el Gasoil son mucho más similares en cuanto a volatilidad y precisión del VaR, y también los que experimentan unas mayores pérdidas, aunque en épocas estables también unos mayores beneficios.

Con todo ello, en el caso de un asesor financiero que tuviera que aconsejar actualmente a un cliente que quiere incorporar un paquete de 10.000 futuros de uno de estos productos en su cartera, el consejo proporcionado al asesor sería el empleo del VaR mensual anticipándose a posibles contratiempos; por su parte, el consejo proporcionado al inversor sería invertir en el *Crack Spread*. Ya que, será sobre el que el asesor tenga un mayor control de la gestión de su riesgo, y el que proporcionará un mejor rendimiento a la cartera del cliente en situaciones poco estables, como la actual.

6. CONCLUSIONES FINALES

En toda decisión de inversión, una de las tareas más importantes es la realización de un análisis del riesgo para poder llevar una buena gestión de este. A lo largo de la historia han ocurrido una gran variedad de sucesos que han afectado en gran medida a las inversiones de los distintos activos, principalmente, por la ignorancia de los inversores de su grado de exposición al riesgo en cada momento.

Es un hecho, que la situación que actualmente concierne a todo el mundo está caracterizada por unas grandes inseguridades e inestabilidades movidas por un gran sentimiento de incertidumbre sobre lo que pasará mañana. Se trata de una situación muy “del día a día” que es muy complicada de predecir con exactitud cuándo y de qué manera terminará. Pero lo importante como inversor es tratar de predecir y conocer de la mejor manera a lo que se está expuesto y en qué grado, de manera que se pueda analizar si es lo que se quiere o se puede invertir o no.

Una vez estudiado y analizado el VaR, se ha podido concluir tanto de manera teórica como de manera práctica la falta de precisión que tiene esta herramienta en periodos poco estables. Se trata de una medida altamente dependiente de la volatilidad del activo en cuestión, y eso hace que, en momentos económicos inestables, el VaR no se consiga adaptar puesto que su volatilidad no es representativa.

Por su parte, los *commodities*, en este caso en concreto, el petróleo *Brent* y gasoil son un tipo de activos muy volátiles y dependientes al panorama de cada momento. Se ha podido observar como a lo largo de la historia sus cotizaciones se han visto afectadas por distintos factores geopolíticos y que cada año se ven afectadas así mismo, por factores estacionales y climatológicos. De esta manera, a pesar de todas las ventajas que presentan, hay que tener especial cuidado en la inversión de estos activos. Una buena solución si se quiere invertir en este tipo de *commodities*, es invertir en el *Crack Spread*, el margen de ambos, es decir, en el diferencial de los precios del petróleo respecto de los de cualquiera de sus derivados (en este caso, el gasoil). La inversión del *Crack Spread*, tras los resultados que se han podido analizar en el presente proyecto de investigación, daría como resultado una inversión menos arriesgada, ya que a pesar de que presente unas volatilidades más altas que los otros dos productos, su exposición al riesgo es mucho

menor, e incluso en periodos de mayores volatilidades obtiene un mejor rendimiento que el *Brent* o el gasoil.

De esta manera, los cálculos del VaR para la inversión de contratos de futuro de petróleo *Brent*, gasoil y *Crack Spread* han proporcionado unos resultados poco precisos con la realidad en cada caso. Por ello, se ha requerido la búsqueda de factores correctivos. Se ha concluido, que la cuestión más importante, es la de que desde el momento en el que se sepa que está comenzando a ocurrir un acontecimiento fuera de lo normal, independientemente de no saber su duración y el grado en el que éste afectará a la inversión en estos productos, habrá que **anticiparse**. Para poder proteger una inversión frente a posibles pérdidas, será clave anticiparse y tratar de calcular un valor “ficticio” del VaR pero que finalmente pueda estar más próximo a la realidad.

Al ver que lo que más afecta al VaR y a la cotización de las *commodities* es la volatilidad, se ha decidido tratar de calcular ese nuevo valor del VaR mediante modificaciones de la volatilidad. De esta manera, tras varias pruebas analizadas visualmente desde la herramienta de Excel, se ha podido concluir que, si desde el momento en el que la situación comienza a alejarse de la normalidad, habrá que aumentar la volatilidad empleada para el cálculo del VaR. En este caso, se ha comprobado como multiplicar por 4 la volatilidad anual del *Brent* y del gasoil, y por 2,5 la del *Crack Spread*, los resultados del VaR en cada caso quedan más corregidos y adaptados. Sin embargo, se muestran unos resultados más representativos, si estos factores correctivos se realizan a la volatilidad mensual, en este caso multiplicando por 2 la del *Brent* y el gasoil, y por 1,5 la volatilidad mensual del *Crack Spread*.

Con estos resultados, y mediante los gráficos expuestos, se puede ver cómo resulta preferible un VaR mensual ya que no muestra resultados tan sesgados por la volatilidad, y recupera el valor más adaptado a la realidad en un tiempo más exacto y de manera más precisa. Por ello, a la hora de usar el VaR independientemente del contexto en el que se quiera calcular, resulta aconsejable calcular un VaR más pequeño como el mensual ya que los resultados estarán más acordes con la realidad y el inversor podrá gestionar su riesgo y tomar una decisión de inversión coherente y adaptada a cada una de las situaciones.

Por tanto, a modo de síntesis, cabe mencionar el especial cuidado que se debe tener a la hora de invertir en *commodities* y en la forma de calcular e interpretar el VaR, atendiendo siempre a las circunstancias que se den en cada momento y teniendo presente cual es el perfil que realmente se tiene como inversor y hasta qué punto se quieren soportar determinadas pérdidas. También proporcionar una solución para el cálculo del VaR que pueda ayudar a una persona que quiera invertir a día de hoy, y poder hacerlo de una manera más segura y sobre todo sabiendo que el riesgo de pérdida queda bien cubierto.

BIBLIOGRAFÍA:

Ballesteros, J.D. y Ladino, J.A., (2016) “Exploración de metodologías para el cálculo del Valor en Riesgo del mercado de renta variable en Colombia.” *Universidad Tecnológica de Pereira*.

Barría, C., (abril 2020) “Caída del precio del petróleo: las consecuencias para América Latina de la caída del valor del crudo en medio de la crisis por el coronavirus” *BBC News Mundo*. (Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51807458>)

BBVA (mayo 2020) “¿Qué son los contratos de futuros?”. *Educación financiera, BBVA*. (Disponible en: <https://www.bbva.com/es/que-son-los-contratos-de-futuros/>)

Bolsa de Madrid – Estructura del Mercado de Valores. (Disponible en: [https://www.bolsamadrid.es/esp/Inversores/MercadoEsp.aspx#:~:text=Los%20mercados%20regulados%20espa%C3%B1oles%20reciben%20la%20denominaci%C3%B3n%20de,\(MEFF\).%20Todos%20estos%20mercados%20son%20gestionados%20por%20BME](https://www.bolsamadrid.es/esp/Inversores/MercadoEsp.aspx#:~:text=Los%20mercados%20regulados%20espa%C3%B1oles%20reciben%20la%20denominaci%C3%B3n%20de,(MEFF).%20Todos%20estos%20mercados%20son%20gestionados%20por%20BME))

Banco Central de Chile. Johnson, C.A., (marzo 2020) “Métodos de evaluación para portafolios de inversión”, *Documento de trabajo* n° 67.

Banco de España, (Boletín Económico 2/2020), “Factores de demanda y oferta en la determinación del precio del petróleo en el contexto de la crisis del covid-19”, *Informe trimestral de la Economía Española*. (Disponible en: <https://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/InformesBoletinesRevistas/BoletinEconomico/Informe%20trimestral/20/Recuadros/Fich/IT-2T20-Rec2-Av.pdf>)

Bankinter, (25 septiembre 2018). ¿Qué tipos de futuros existen? *Blog de Economía y Finanzas Bankinter*. (Disponible en: <https://www.bankinter.com/blog/mercados/que-tipos-futuros-existen>)

Carrión, F., (marzo 2021), “El cierre del Canal de Suez deja ya atrapados a más de 300 buques mientras prosiguen las complicadas tareas para reflotar el Ever Given”, *El Mundo*. (Disponible en: <https://www.elmundo.es/economia/2021/03/27/605f6281fc6c83733a8b4606.html>)

Casado, F., Márquez, L.F., San Martín, B., y Sarrías, R., (s.f.) “Las commodities como instrumento de inversión”, *Máster en Mercados Financieros, IDEC-UPF*. (Disponible en: https://www.bsm.upf.edu/documents/mmf/07_04_commodities.pdf)

“Casi 10 millones de personas han perdido su empleo en EE.UU. en las últimas dos semanas por el coronavirus”, *Coronavirus, RTVE*, abril 2020. (Disponible en: <https://www.rtve.es/noticias/20200402/casi-10-millones-personas-han-perdido-su-empleo-eeuu-ultimas-dos-semanas-coronavirus/2011349.shtml>)

Castañeda Méndez, A.G., (mayo 2013) “Elementos de los Contratos a Futuro”. (Disponible en: <https://es.scribd.com/document/139557377/Elementos-de-Contratos-a-Futuro>)

Castellanos, E., (mayo 2019). “Manual de Futuros”, *MEFF, BME*. (Disponible en: https://www.meff.es/docs/docsSubidos/Folletos/MEFF_Manual_Futuros_MY19.pdf)

Castro, L.F., (2019) “¿Qué son los commodities? Características y tipos”, *Rankia Blog*. (Disponible en: <https://www.rankia.co/blog/analisis-colcap/3690806-que-son-commodities-caracteristicas-tipos>)

“CCOO Por una plena soberanía alimentaria”, *Documento sobre criterios de inversión en “commodities” alimentarias y contra las inversiones especulativas en productos alimenticios que provocan hambrunas en países del tercer mundo y en vías de desarrollo*, junio 2013, p.9. (Disponible en: https://www.ccoo.cat/pdf_documents/plans_fons_pensions_archivos/2013/Sobirania%20Alimentaria/docsobealimentaria.pdf)

CME Group (2017), “Introduction to Crack Spreads”. (Disponible en: <https://www.cmegroup.com/education/articles-and-reports/introduction-to-crack-spreads.html>)

CNMV & Instituto MEFF (2006) “Guía informativa de la CNMV: Qué debe saber sobre Opciones y Futuros”, *CNMV*. (Disponible en: https://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/Guias/GUIA_OPCYFUT.PDF)

CNN, (10 abril 2020) “¿Qué es la OPEP y qué países la integran?”. (Disponible en: <https://cnnespanol.cnn.com/2020/04/10/que-es-la-opec-y-que-paises-la-integran/>)

De Lara Haro, A., (2005) “Medición y control de riesgos financieros”, *Conceptos Básicos del Modelo de Valor en Riesgo*, Editorial Limusa.

De Lara Haro, A., (2005) “Productos derivados financieros”, *Introducción a los productos derivados*, Editorial Limusa, pp. 11-14.

El aula de finanzas (2016). “Futuros financieros. Cobertura frente al riesgo de precio. Cobertura anticipatoria. Ejemplo práctico.” [vídeo] (Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=JKwIZ4RhnLU&t=351s>)

El aula de finanzas (2016). “Futuros financieros. Cobertura frente al riesgo de precio. Cobertura estándar. Ejemplo práctico.” [vídeo] (Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Lmhamy5UEY&t=527s>)

El aula de finanzas (2016). “Futuros financieros. Determinación del precio teórico. Ejemplo práctico.” [vídeo] (Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=xw2RLJWo6cg>)

El aula de finanzas (2016). “Futuros financieros. Liquidación diaria de pérdidas y ganancias. Ejemplo práctico.” [vídeo]. (Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=CnGeMnfrUK0&t=1s>)

“El huracán ‘Katrina’ impacta en el precio del petróleo”, *20 minutos*, agosto 2005. (Disponible en: <https://www.20minutos.es/noticia/43571/0/petroleo/katrina/impacto/>)

“El precio del petróleo alcanza los 74 dólares y se acerca al máximo histórico”, (julio 2006), *Cinco días, El País Economía*. (Disponible en: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2006/07/06/economia/1152165387_850215.html)

Expansion.com, U. (n.d.). “Cámara de compensación”. (Disponible en: <https://www.expansion.com/diccionario-economico/camara-de-compensacion.htm>)

Feria, J.M. y Oliver, M^a.D., (2006) “Valor en Riesgo (VeR): concepto, parámetros y utilidad”. *Universia Business Review*, n^o10, Madrid, pp. 66-79

Gaussens, P., (2011), “¿”Primavera árabe” o reconfiguración imperial? Esperanzas y límites de la movilización social en Medio Oriente.” *Revista del Centro Andino de Estudios Internacionales*. (Disponible en: <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/comentario/article/view/75/85>)

Güel, O., (31 enero 2020), “La OMS declara la alerta internacional ante la imparable expansión del Coronavirus de Wuham”, *El País*. (Disponible en: https://elpais.com/sociedad/2020/01/30/actualidad/1580399024_626205.html)

González Navarro, J., (marzo 2006), “El petróleo casi ha triplicado su precio desde la invasión de Irak y el barril ha pasado de 25,5 a 61,3 dólares”, *ABC Economía*. (Disponible en: https://www.abc.es/economia/abci-petroleo-casi-triplicado-precio-desde-invasion-irak-y-barril-pasado-dolares-200603210300-142819034306_noticia.html)

Gutiérrez, I., (septiembre 2019), “Qué fue el 11s y cuáles fueron sus consecuencias económicas”. (Disponible en: <http://www.muymayor.com/historia/11-s/>)

“Histórica nevada en Texas respalda aumento en precios del petróleo”, *Unidiario noticias*, febrero 2021. (Disponible en: <https://www.uniradionoticias.com/noticias/estadosunidos/626414/historica-nevada-en-texas-respalda-aumento-en-precios-del-petroleo.html>)

ICE Futures Europe, (julio 2008) “ICE Gas Oil Crack – Overview”. (Disponible en: https://www.theice.com/publicdocs/futures/ICE_Gas_Oil_Crack.pdf)

Lucas, J. M^a. y Lumbreras, S., (2012) “Una introducción a los mercados de futuros y opciones”. (Disponible en: <https://www.iit.comillas.edu/docs/IIT-12-024A.pdf>)

Marco Sanjuan, F.J, (2021) “Curtosis – Qué es, definición y concepto”. (Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/curtosis.html>)

Ministerio de Defensa, Gobierno de España - “Primera Guerra del Golfo”. (Disponible en: https://www.defensa.gob.es/misiones/en_exterior/historico/listado/primera-guerra-del-golfo.html)

Morgan, J.P. y Reuters, (1996) “Riskmetrics - Technical Document”, 4ª edición, Nueva York.

Norma Internacional de Contabilidad N° 32 (NIC 32), IASCF, enero 2006.

Olier, E., (mayo 2018), “Los precios del petróleo en 2018”, *elEconomista*. (Disponible en: <https://www.eleconomista.es/firmas/noticias/9130399/05/18/Los-precios-del-petroleo-en-2018.html>)

OPEC - “Nuestra misión”. (Disponible en: https://www.opec.org/opec_web/en/about_us/23.htm)

“Organización de los mercados de derivados y las cámaras de contrapartida central. (Borrador sujeto a cambios)”, CNMV, 2009 (disponible en: https://www.uv.es/finanzas/documentos/ponencia_fjgonzalez.pdf)

Pérez, G.R., (septiembre 2020) “Más de un millón y medio de personas han perdido su empleo o no se han reincorporado por el coronavirus”, *Economía, El País*. (Disponible en: <https://elpais.com/economia/2020-09-28/mas-de-un-millon-y-medio-de-personas-han-perdido-su-empleo-o-no-se-han-reincorporado-por-el-coronavirus.html>)

Ruiz-Valenzuela, J., (abril 2020) “Pérdida de empleo e inseguridad laboral en tiempos de Covid-19: posibles efectos en el desempeño educativo de los hijos”, *EsadeEcPol Insight*, n°7. (Disponible en: <https://www.esade.edu/itemsweb/research/EsadeEcPol-Policy-Insight-7.pdf>)

Stumpf, A., y Meraviglia, A., (2016) “Evolución histórica del petróleo Brent”, *Cinco días, El País*. (Disponible en: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2014/12/16/graficos/1418753470_135679.html)

Talavera Portilla, C., (2020) “Valoración y análisis del riesgo del Hotel II Castillas”, *Aplicación del Valor en Riesgo (VaR) como método de valoración del riesgo de un hotel*. s.l.: Universidad Pontificia Comillas

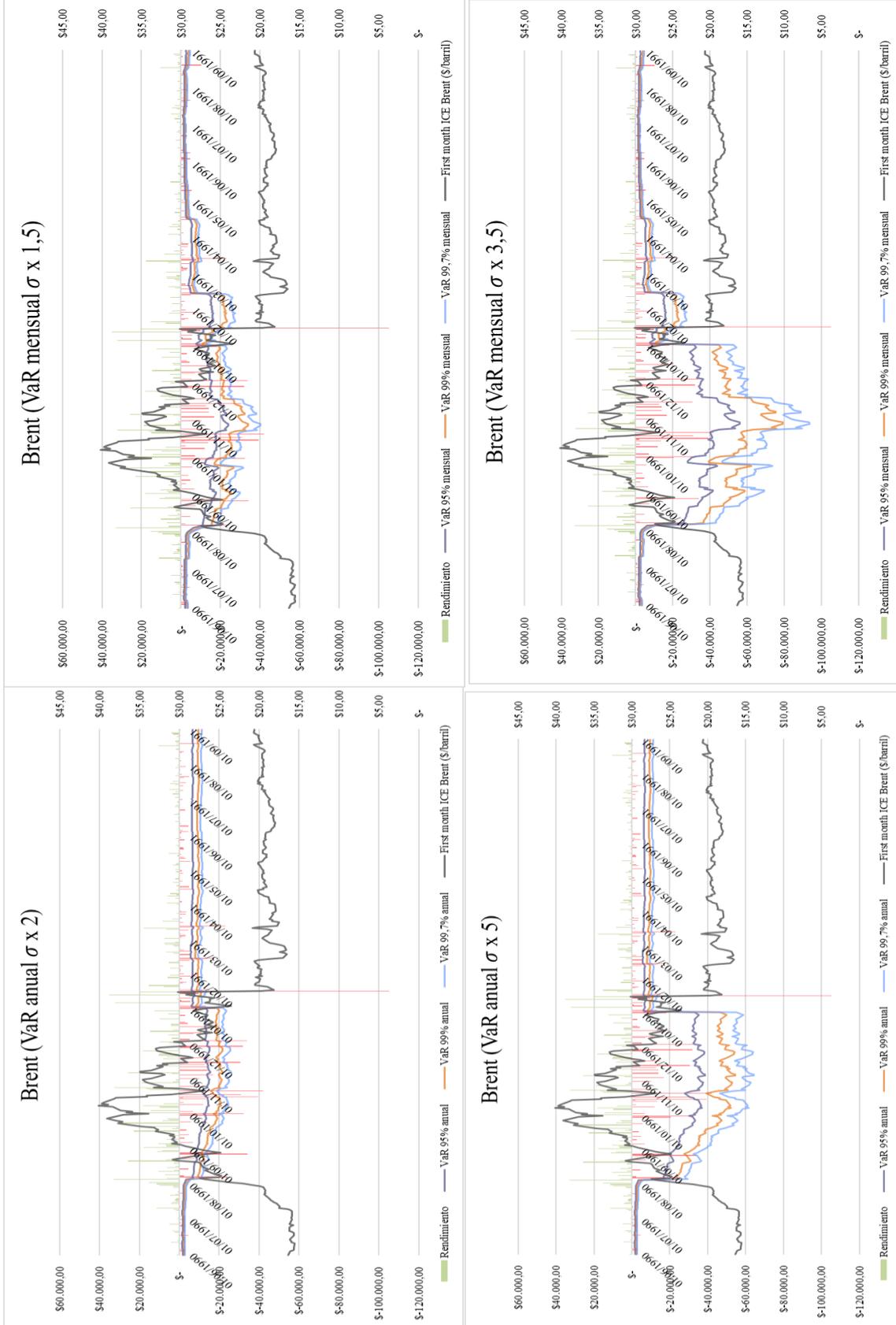
Tassell, N., (26 octubre 2019). “El Crack del 29: cómo ocurrió la peor crisis en la historia de Wall Street hace 90 años”, *BBC News*.

Vilariño, A., (2018) “La crisis financiera asiática”. (Disponible en: http://www.angelvila.eu/Publicaciones_PDF/Crisis_Financiera_Asiatica.pdf)

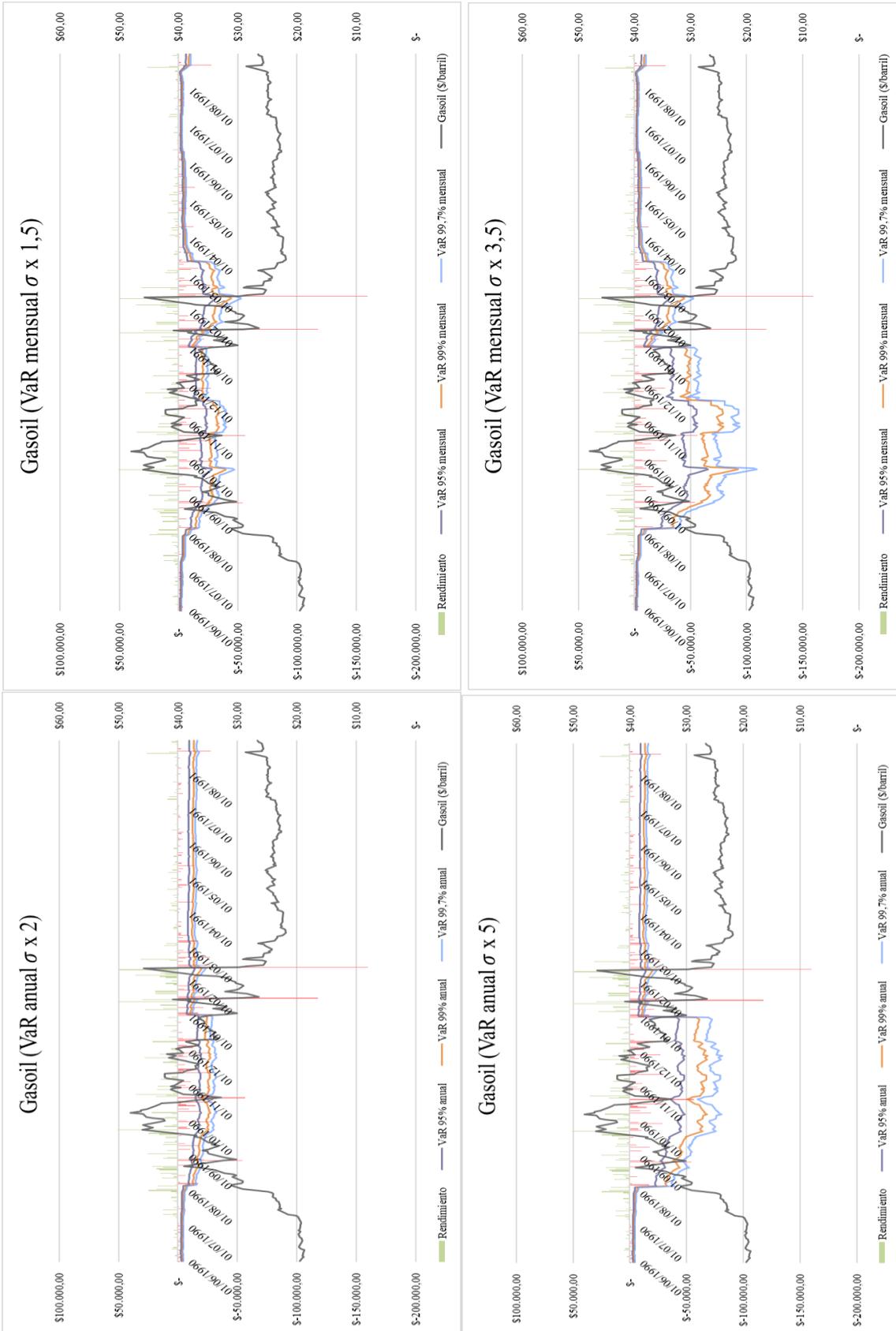
“Working paper on the regulatory treatment of operational risk”, Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, 2001.

ANEXOS:

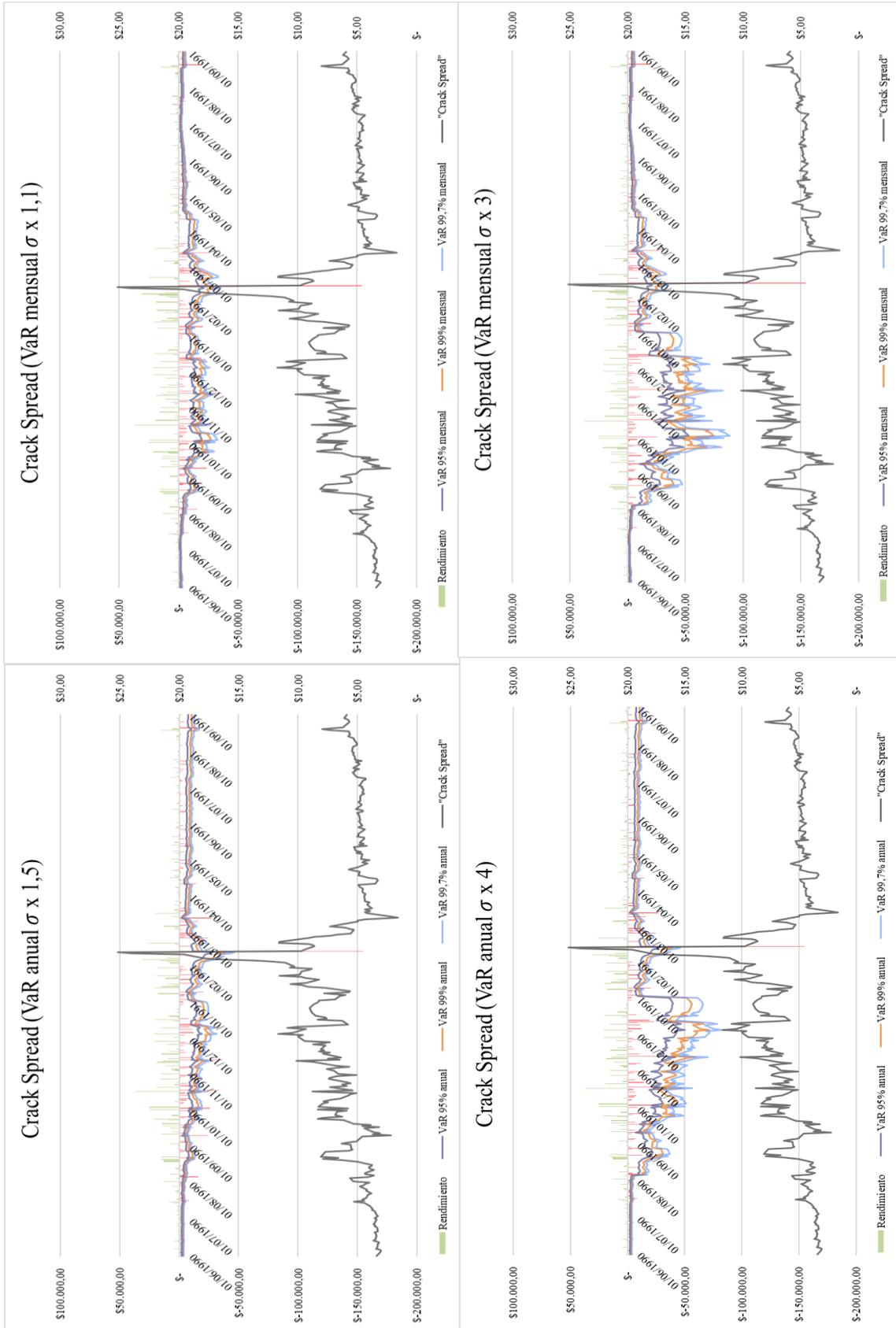
**CÁLCULO VaR CON FACTORES CORRECTIVOS INSUFICIENTES Y EXCESIVOS
(BRENT-GUERRA DEL GOLFO)**



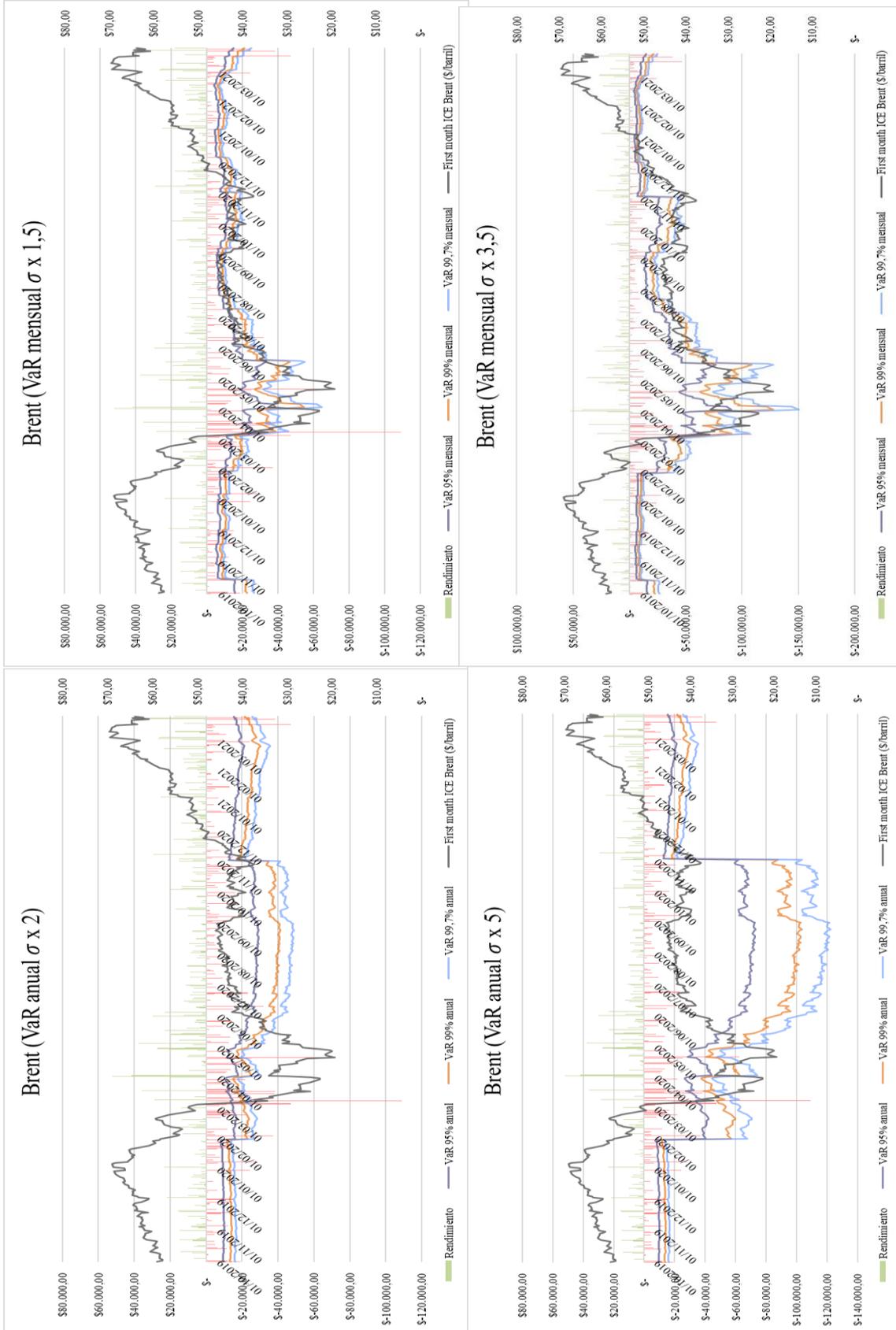
CÁLCULO VaR CON FACTORES CORRECTIVOS INSUFICIENTES Y EXCESIVOS (GASOIL-GUERRA DEL GOLFO)



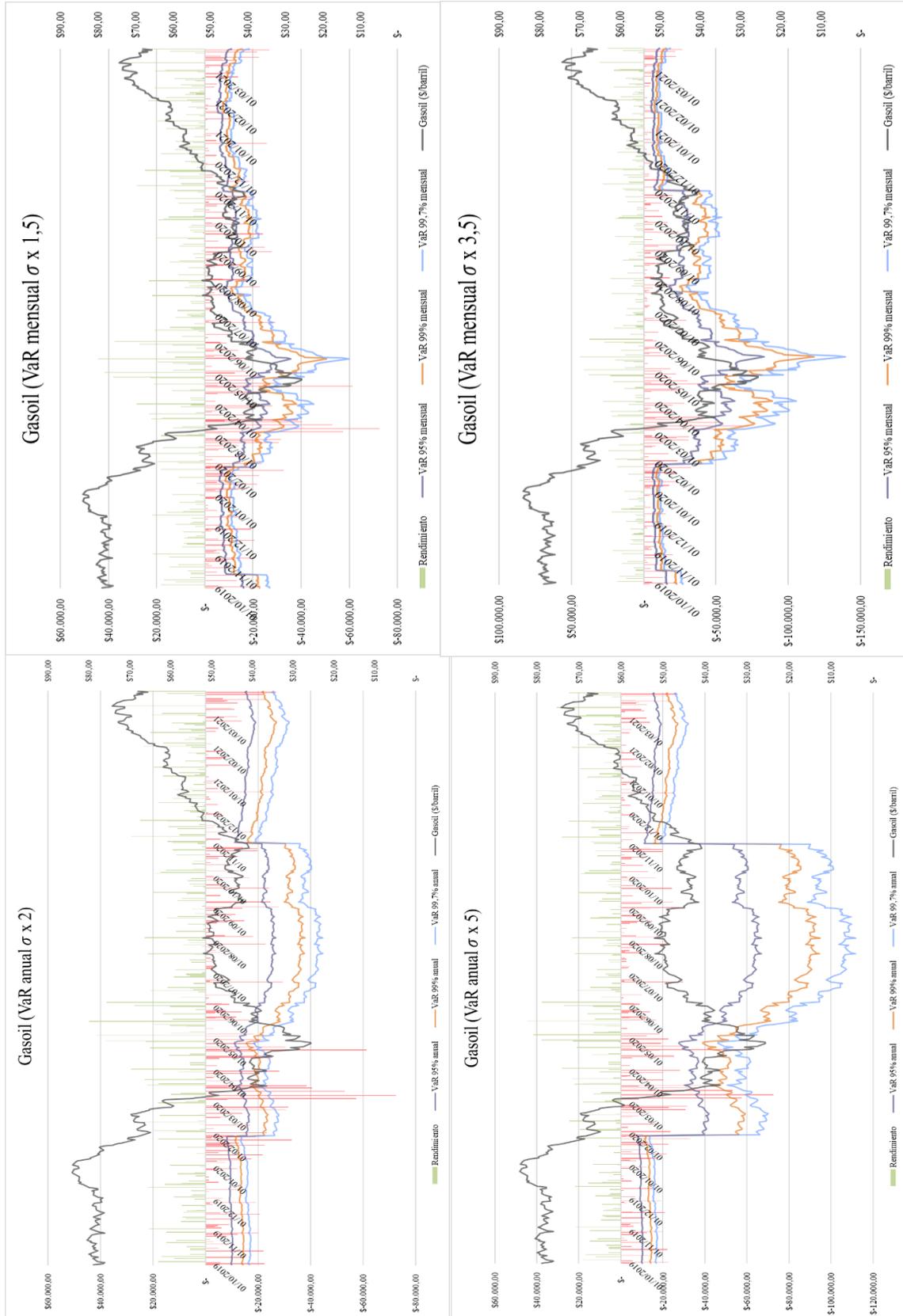
CÁLCULO VaR CON FACTORES CORRECTIVOS INSUFICIENTES Y EXCESIVOS (CRACK SPREAD-GUERRA DEL GOLFO)



CÁLCULO VaR CON FACTORES CORRECTIVOS INSUFICIENTES Y EXCESIVOS (BRENT-COVID 19)



CÁLCULO VaR CON FACTORES CORRECTIVOS INSUFICIENTES Y EXCESIVOS (GASOIL-COVID 19)



CÁLCULO VaR CON FACTORES CORRECTIVOS INSUFICIENTES Y EXCESIVOS (CRACK SPREAD-COVID 19)

