

Trabajo Fin de Grado

Las importaciones de petróleo de la Unión Europea ante las sanciones económicas al conflicto ruso-ucraniano (2010-2021)

EU oil imports and sanctions to the Russian-Ukranian conflict
(2010-2021)

Autor/es

Jaime Santacruz Oehling

Director/es

Carmen Fillat Castejón

Autor: Jaime Santacruz Oehling

Director: Carmen Fillat Castejón

Título: Las importaciones de petróleo de la Unión Europea ante las sanciones económicas al conflicto ruso-ucraniano (2010-2021)

Titulación: Grado en Economía

Resumen: Este trabajo aborda el impacto de las sanciones económicas en el comercio internacional, con un enfoque particular en el valor de las importaciones de petróleo de Europa desde Rusia, en el contexto del conflicto entre Ucrania y Rusia. El trabajo destaca la evolución de la teoría del comercio internacional, desde la ventaja comparativa hasta modelos más complejos como el de gravedad, que permite medir el impacto de barreras no arancelarias, como las sanciones. Propondremos un análisis econométrico para evaluar cómo estas sanciones han afectado los flujos comerciales de petróleo entre 2010 y 2021 entre los países de la Unión Europea y sus socios comerciales, permite predecir una restricción significativa por efecto de la sanción y una desviación de la demanda hacia otros exportadores con el agravamiento posterior del conflicto.

Author: Jaime Santacruz Oehling

Supervisor: Carmen Fillat Castejón

Title: EU oil imports and sanctions to the Russian-Ukrainian conflict (2010-2021)

Degree: Bachelor's Degree in Economics

Abstract: This work addresses the impact of economic sanctions on international trade, with a particular focus on the value of Europe's oil imports from Russia, in the context of the conflict between Ukraine and Russia. The study highlights the evolution of international trade theory, from comparative advantage to more complex models such as the gravity model, which allows for measuring the impact of non-tariff barriers, such as sanctions. We propose an econometric analysis to evaluate how these sanctions have affected oil trade flows between the European Union countries and their trading partners from 2010 to 2021. It allows us to predict a significant restriction as a result of the sanction and a deviation of demand to other exporters with the subsequent aggravation of the conflict.

Contenido

1. Introducción	1
2. El comercio internacional y la ecuación de gravedad	4
2.1. Configuración teórica del modelo de gravedad.	8
3. Aplicación.....	11
3.1. Metodología.....	11
3.1.1. Datos panel	11
3.1.2. Descripción del base de datos	12
3.2. Análisis exploratorio de los datos.....	17
3.3. Modelización y resultados.....	19
3.3.1. MODELO 1: Gravedad ampliada con las relaciones internacionales, acuerdos regionales y sanciones al petróleo ruso.....	20
3.3.2. MODELO 2: Gravedad ampliada con relaciones internacionales, sanciones y desviación desde los grandes exportadores de petróleo.....	22
3.3.3. MODELO 3: Output como medida de tamaño del exportador.	24
4. Conclusiones	27
Bibliografía	29
ANEXO.....	31

1. Introducción

El comercio internacional cambia constantemente y evoluciona debido a multitud de factores interrelacionados. Estos factores, pueden ser económicos, políticos, tecnológicos, geopolíticos, sociales y ambientales; y afectan a las relaciones comerciales entre los países. La política comercial es la manifestación de cómo una nación utiliza estos factores y sus recursos para lograr objetivos estratégicos.

La teoría del comercio internacional se centra en entender cómo y por qué los países intercambian bienes y servicios, explorando los beneficios mutuos que pueden derivarse de dicho intercambio. Esta teoría ha evolucionado desde las ideas clásicas de ventaja comparativa, propuestas por David Ricardo, hasta modelos más complejos que incorporan factores como las economías de escala, la tecnología y las preferencias del consumidor. Sin embargo, el comercio internacional también está influenciado por factores políticos y estratégicos, como lo demuestran las sanciones económicas impuestas por la Unión Europea a Rusia (desde 2014) en respuesta a la invasión de la península de Crimea.

Dentro de los paquetes de sanciones existe un bloque sanciones económicas que han sido diseñadas para presionar a Rusia, limitando su capacidad de expandir la producción y exportación de petróleo, uno de sus principales recursos económicos. Al restringir el acceso a tecnología y financiamiento necesarios para el desarrollo de su industria petrolera, la UE busca debilitar la economía rusa y reducir su influencia en el ámbito internacional. Esta estrategia, aunque efectiva en algunos aspectos, también ha tenido implicaciones significativas en los mercados energéticos globales. Teniendo en cuenta estos antecedentes, el presente trabajo estudia el efecto de las sanciones económicas sobre el valor de las importaciones europeas de petróleo.

En la teoría del comercio internacional, las sanciones actúan como barreras no arancelarias que pueden distorsionar los flujos comerciales, alterando la oferta y la demanda. Los modelos de gravedad son herramientas clave para comprender cómo estas barreras afectan el comercio, ya que nos permiten medir la variación en los intercambios

comerciales provocada por factores como las sanciones, al comparar los flujos observados con los que se esperarían sin estas restricciones.

Las sanciones no sólo impactan a los países sancionados, sino también a quienes las imponen, lo que hace aún más importante utilizar modelos de gravedad para evaluar:

- la efectividad de las sanciones en la reducción del comercio del producto objetivo, en este caso, el petróleo.
- el impacto económico en los países afectados, tanto en términos de comercio como de otras variables.

Estudiar estos efectos es vital para comprender las repercusiones económicas de las sanciones y para guiar la formulación de políticas comerciales más efectivas.

Con el ánimo de entender la importancia de los diferentes factores del comercio internacional y su evolución sobre los flujos de importación hemos recogido datos bilaterales y unilaterales de dos grupos de países. Con esta información trataremos de revelar el efecto de las mencionadas barreras no arancelarias, que en esencia son políticas de socavación de la competitividad y destrucción del comercio, referidas al conflicto entre Ucrania y Rusia sobre el valor de las importaciones de petróleo de los socios europeos.

Para llevar a cabo este trabajo emplearemos la especificación y estimación de modelos de gravedad. El modelo de gravedad nos servirá de marco para los factores que intervienen en el comercio internacional. Este modelo fue introducido por Jan Tinbergen (1962) inspirándose en la Ley de Física de la Gravedad Universal, en el que relacionaba directamente el tamaño de las economías e inversamente la distancia entre las mismas para explicar los flujos comerciales.

En particular, después de revisar la extensa literatura disponible sobre el tema, nos enfocaremos en especificar y estimar diversos modelos de gravedad aplicados al comercio internacional de petróleo en el período de 2010 a 2021. Se resaltarán las discusiones y los conceptos clave que han surgido en la evolución de las bases teóricas del modelo de gravedad, desarrolladas por diferentes economistas. Las contribuciones esenciales para la especificación de este modelo provienen de trabajos como los de

Anderson J. (1979), Feenstra (2002), Anderson & van Wincoop (2003), entre muchos otros.

La principal meta es sacar conclusiones sobre los posibles efectos de las sanciones económicas sobre el valor de las importaciones de petróleo. Para ello consideraremos introducir en modelo una variable ficticia que represente la barrera no arancelaria “Sanciones”. Además, también introducimos otra variable ficticia que nos ayuda a interpretar la desviación del comercio de petróleo.

Por ello, para lograr la consolidación del objetivo propuesto y teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, hemos optado por utilizar tres modelos panel de efectos fijos con diferentes configuraciones.

El presente trabajo se estructura en cuatro grandes bloques. En el primer bloque haremos una introducción a la teoría del comercio internacional y a la ecuación de gravedad, así como una revisión de algunas configuraciones teóricas. En el segundo apartado contiene la aplicación econométrica. En el explicaremos la metodología, donde de introducen los datos panel, la base de datos y las variables que usaremos. Seguidamente realizaremos un análisis exploratorio de los datos, con el fin de ver cómo se relacionan y distribuyen las variables; y plantaremos el modelo y modelizaremos. En este mismo apartado, expondremos los resultados obtenidos con la modelización correspondiente, así como sus interpretaciones. Para finalizar, comentaremos nuestras conclusiones generales, la bibliografía empleada y los anexos.

2. El comercio internacional y la ecuación de gravedad

El comercio internacional ha sido ampliamente definido como el motor de la integración económica y el crecimiento. A través del intercambio de bienes, servicios y capitales entre diferentes países, las naciones se especializan en la producción de aquellos bienes en los que tienen una ventaja comparativa. Esto les permite aprovechar las economías de escala, diversificar sus fuentes de ingresos y estimular la competencia interna.

El modelo de gravedad podemos definirlo como una ecuación del comercio internacional que incorpora no solo la distancia y el tamaño económico de las naciones, sino también los costos comerciales multilaterales que afectan al comercio bilateral, ajustado por otras posibles fricciones comerciales. Pese a su gran popularidad, los fundamentos de esta ecuación fueron formulados relativamente hace poco tiempo.

Inicialmente la ecuación de gravedad del comercio internacional se presentó como un correlato de la Ley de Física de Gravitación Universal, según la cual la fuerza con la que se atraen dos cuerpos es proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional a la distancia que los separa al cuadrado. Esta ecuación postuló que el intercambio comercial entre pares de países es proporcional al tamaño de sus economías/mercados e inversamente proporcional a la distancia existente entre ellos mismos (Tinbergen, 1962).

$$F_{ij} = G \cdot \frac{M_i \cdot M_j}{D_{ij}^2} \quad (1)$$

Desde entonces la ecuación gravitacional ha sido empleada para modelar los efectos que generan las diferentes variables económicas, políticas, sociales, culturales y geopolíticas, en los flujos comerciales.

$$X_{ij} = A \cdot \frac{Y_i \cdot Y_j}{D_{ij}} \quad (2)$$

Donde: X_{ij} es el flujo del comercio del país exportador i hasta el país importador j , A es una constante, Y_i e Y_j son el Producto Interior Bruto del país exportador y del importador respectivamente, y D_{ij} es la distancia entre el país exportador i y el país importador j .

Posteriormente a esta formulación inicial, la literatura de los modelos de gravedad ganó fundamentos teóricos sólidos que establecieron las primeras bases teóricas para respaldar la evidencia empírica de este modelo gracias a numerosas aportaciones que han resultado fundamentales, como las de Anderson (1979). La nueva literatura se centró en la importancia de la correcta especificación para la correcta estimación de la ecuación y de esta manera obtener resultados no sesgados. Adicionalmente se amplió la lista de covariables utilizadas para identificar otras variables de carácter histórico, cultural y político que afectan al comercio bilateral.

Más adelante, la literatura se enriqueció con las aportaciones de Anderson y van Wincoop (2003) y Eaton y Kortum (2002) aportando dos fundamentos teóricos necesarios para la derivación conceptual de la ecuación gravitacional desde dos enfoques diferentes: oferta y demanda.

En su formulación general, la ecuación de gravedad tiene la siguiente forma multiplicativa:

$$X_{ij} = A \cdot S_i \cdot M_j \cdot \phi_{ij} \quad (3)$$

donde X_{ij} es el valor de las exportaciones desde i hasta j , M_j denota todos los factores específicos del exportador que componen la demanda del importador, S_i comprende los factores específicos del importador que representa la cantidad que los exportadores están dispuestos a proveer, G es una variable que no dependen el país importador ni del exportador como podría ser el grado de apertura comercial, y τ_{ij} representa la facilidad del exportador de acceder al mercado del importador.

$$\ln(X_{ij}) = \ln \left(A^1 \cdot \frac{Y_i^{\beta_1} \cdot Y_j^{\beta_2}}{D_{ij}^{\beta_3}} \right) \quad (4)$$

Aplicando logaritmos transformamos la ecuación del modelo de gravedad a lineal, y obtenemos una regresión de logaritmos:

$$\ln(X_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Y_i) + \beta_2 \ln(Y_j) - \beta_3 \ln(D_{ij}) + \epsilon_{ij} \quad (5)$$

En el siguiente cuadro, recogemos los diferentes factores que recoge la literatura sobre la ecuación de gravedad y presentamos las hipótesis que la teoría define para cada uno de ellos, así como sus efectos previstos.

Variable	Hipótesis	Efecto previsto
Gdp_ppp	El flujo comercial entre dos naciones está positivamente relacionado con el tamaño de sus economías	Positivo
Dist	El flujo comercial entre dos naciones disminuye a medida que aumenta la distancia que las separa	Negativo
Contig	El flujo comercial entre dos naciones es mayor si comparten una frontera	Positivo
Col45	El flujo comercial entre dos naciones es más fuerte si existe un vínculo colonial previo	Positivo
Heg	El país hegemónico puede facilitar mayores volúmenes de comercio, y el país que forma parte de	Positivo

	la hegemonía se ve beneficiado.	
col_dep_ever	El lazo histórico de las naciones puede reducir los costes gracias a la familiaridad y/o acuerdo preexistentes.	Positivo
diplo_disagreement	Un mayor desacuerdo diplomático puede disminuir el flujo comercial entre los países debido a un entorno político menos cooperativo.	Negativo
wto	El flujo comercial de una nación perteneciente al WTO se asocia con un aumento del comercio debido a la reducción de aranceles, entornos comerciales mas predecibles, etc.	Positivo
fta_wto_raw	El flujo comercial entre dos naciones se incrementa cuando hay un acuerdo comercial vigente entre ellas	Positivo

Tabla 1

2.1. Configuración teórica del modelo de gravedad.

Como hemos expuesto anteriormente el modelo de gravedad, herramienta fundamental en el estudio del comercio internacional desde los años 60, se inspiró en la ley de gravedad de Newton y sugiere que el comercio bilateral entre dos países es proporcional a sus tamaños económicos e inversamente proporcional a la distancia que los separa. Este modelo fue propuesto por Jan Tinbergen (1962) y ha demostrado ser empíricamente exitoso en explicar los patrones de comercio bilateral.

A medida que se exploraron más a fondo los factores determinantes del comercio internacional se reconoció la necesidad de incluir más variables en el modelo de gravedad para captar el resto de los factores (variables geográficas, culturales, sociales, políticas...). Anderson (1979) realizó una contribución fundamental al formalizar el modelo de gravedad desde una perspectiva teórica. Más adelante, en Anderson y van Wincoop (2003), mostró que el modelo de gravedad podía derivarse bajo un marco de maximización de utilidad, donde los consumidores tienen preferencias CES (Elasticidad de Sustitución Constante) y cada empresa produce una variedad única de producto bajo rendimientos crecientes a escala. Su trabajo estableció que los flujos comerciales entre dos países no solo dependen de sus PIBs y la distancia entre ellos, sino también de los costos relativos del comercio y los precios en los países involucrados. De este enfoque se deriva el famoso “Gravity with Gravitas”.

Para estimar la forma más básica del modelo de gravedad intuitivo empezaríamos por Mínimos Cuadrados Ordinarios. Los MCO minimizan la suma de los errores cuadrados “ e ”, lo que se traduce en estimaciones de parámetros más atractivas que nos permiten realizar pruebas de hipótesis y extraer inferencias.

Las estimaciones por MCO son útiles cuando se cumplen las siguientes condiciones necesarias y suficientes:

- i) Los errores e_{ij} deben tener media cero y no estar correlacionados con cada una de las variables explicativas.
- ii) Los errores e_{ij} deben ser independientemente extraídos de una distribución normal con una varianza dada (fija).

- iii) Ninguna de las variables explicativas es una combinación lineal de otras variables explicativas.

Si se cumplen las tres propiedades, entonces las estimaciones de MCO son consistentes, insesgadas y eficientes dentro de los modelos lineales.

Pero al estimar por MCO, según (Baldwin & Taglioni, 2006), se comenten tres errores: medalla de oro, medalla de plata y medalla de bronce.

- Omisión a los Términos de Resistencia Multilateral (MLR) que resalta en observaciones sesgadas.
- No manejar por separado las exportaciones de i a j y de j a i en el momento t , en lugar de promediar los flujos comerciales recíprocos y tratarlos conjuntamente.
- La deflación inadecuada de los flujos, que puede generar sesgos al introducir correlaciones falsas, dado que la gravedad depende de la proporción del PIB nominal destinada a las importaciones nominales. Sin embargo, al considerar el primer error, se evita este problema, ya que las variables artificiales o los efectos fijos de país lo corrigen.

Para hacer frente a esos problemas, la literatura propone tres maneras de abordarlos:

- Head (2003) plantea el uso de una variable “proxy” que mide la distancia ponderada promedio de un país con sus socios comerciales, siendo las ponderaciones las participaciones de los socios en el comercio internacional.
- Mínimos Cuadrados Iterados Estructuralmente proporcionado por Anderson & van Wincoop (2003): el objetivo es estimar los coeficientes del modelo de gravedad considerando las estructuras económicas y geográficas de los países. La idea central es que los tamaños económicos y las distancias geográficas podrían estar correlacionados con otros factores no observados que impactan el comercio, como políticas comerciales, barreras no arancelarias, y aspectos culturales, entre otros. Para abordar la correlación, se introducen variables instrumentales que capturan la influencia de estos factores no observados, conocidas como resistencias multilaterales.
- Controlar por efectos fijos de exportador e importador, propuesto por Rose and van Wincoop (2001) y Fenestra (2002): se trata de una estimación a través de

MCO teniendo en cuenta efectos fijos para los países de origen y destino, el objetivo es capturar la relación entre las variables exógenas y la endógena, controlando y eliminando los efectos individuales.

Las técnicas de modelización presentadas hasta ahora no han considerado la heterocedasticidad en los parámetros de los modelos, lo cual es crucial para obtener estimaciones no sesgadas de la verdadera elasticidad. Este problema se debe principalmente a la log-linealización, ya que el valor esperado del logaritmo de una variable aleatoria depende de los momentos de orden superior de su distribución. Por lo tanto, cuando existe heterocedasticidad en los errores, esta se transmite a la transformación lineal de la variable.

Además, otro de los retos a los que nos enfrentamos es al tratamiento de numerosos valores faltantes o ceros de los flujos comerciales bilaterales, problema acusado en la base de datos. Este problema tiene tres posibles soluciones: modificar la muestra eliminando valores faltantes o ceros, asignar un valor pequeño a los valores faltantes o ceros, o usando el modelo de Poisson estimado a través de Pseudo Máxima Verosimilitud para resolver el problema utilizando así una estimación del modelo en su forma original multiplicativa en lugar de logarítmica, además de corregir los problemas de heterocedasticidad (Silva & Tenreyro, 2006).

Finalmente, se va a elegir modelo panel de efectos fijos debido a las propiedades deseables del modelo de gravedad y nuestro conjunto de datos.

3. Aplicación

3.1. Metodología

En esta sección introducimos vamos a introducir la tipología de los datos que utilizamos, que en este caso se trata de datos panel. Además, también se da una descripción general de la base de datos empleada y la fuente de estos.

3.1.1. Datos panel

Los datos panel (datos longitudinales) se caracterizan por combinar características de las series temporales de sección cruzada. Recoge observaciones repetidas de las mismas unidades (en este caso parejas de países) a lo largo del tiempo (doce periodos en nuestro caso) para una muestra. Existe la variable $I_{ij,t}$ en la que $i = 1, \dots, N$ es el país importador, así como $j = 1, \dots, N$ es el país exportador, que son observados durante $t = 1, \dots, T$ periodos de tiempo (años).

De igual modo, los datos longitudinales que trabajamos son balanceados, esto quiere decir que cada pareja de países ij se observa un total de T periodos, si no fuese así estaríamos hablando de datos no balanceados.

En este estudio empleamos datos longitudinales balanceados de parejas de países, para las cuales hemos seleccionado diferentes variables que son de alto interés y que se observan e intervalos de tiempo ordenados y regulares.

Cabe destacar que, por la naturaleza del objeto del estudio, los datos recogidos solamente van en una dirección. Diferenciamos dos grupos, el grupo de países i , los cuales son los socios importadores, y el grupo de países j que son los socios exportadores de i (de donde importa i). abreviando, las mercancías fluyen desde los países j hasta los países i , pero ningún país puede tener observaciones desde i y desde j . esto se debe a que el objeto del estudio son las importaciones europeas desde fuera de Europa, de manera que si incluyésemos todo el flujo comercial estaríamos aportando ruido.

A continuación, se muestra un ejemplo de X observaciones de nuestra base de datos para ilustrar lo que hemos explicado hasta el momento:

year	country_id_o	country_id_d	iso3num_o	iso3num_d	gdp_ppp_o	gdp_ppp_d	imports_value	imports_qty	output_qty_o	output_qty_w	exports_value	exports_qty	throughput	dist
2010	DZA	PRT	12	620	4,55439E+11	2,8929E+11	233897129	540923943	74428000	4023685168	24779431581	40226807,74	548	1095
2011	DZA	PRT	12	620	4,78284E+11	2,82734E+11	774634158	985044897	72284000	4065087888	35027521388	42217557,81	520	1095
2012	DZA	PRT	12	620	5,03533E+11	2,78161E+11	910771515	866342883	67537000	4156815290	32879400126	38009630,78	478	1095
2013	DZA	PRT	12	620	5,25826E+11	2,91753E+11	405257549	750418907	65230000	4177304875	30380112769	38044315,68	492	1095
2014	DZA	PRT	12	620	5,55521E+11	2,99616E+11			69123000	4264891114	22017520516	28422863,97	615	1095
2015	DZA	PRT	12	620	5,8263E+11	3,07508E+11			67530000	4374491864	11891366368	28299716,83	591	1095
2016	DZA	PRT	12	620	6,12133E+11	3,1618269091	337534529	1178606807	68869000	4424740376	11332003788	30970089,83	584	1095
2017	DZA	PRT	12	620	4,85801E+11	3,4037E+11	282889683	841122040	67212000	4418424144	1,27188E+12	29407113,42	573	1095
2018	DZA	PRT	12	620	5,02879E+11	3,59199E+11	456757403	907329500	65808000	4519569681			601	1095
2019	DZA	PRT	12	620	5,16992E+11	3,72075E+11	563278271	1182389200	64911000	4513254638			569	1095
2020	DZA	PRT	12	620	4,96539E+11	3,51924E+11	213914805	475928200	58011000	4204670854			585	1095
2021	DZA	PRT	12	620	5,37072E+11	3,69627E+11	121796023	243517900	58764000	4250560486			588	1095
2010	RUS	AUT	643	40	2,92812E+12	3,50483E+11	349366892	684127000	504102000	4023685168	1,28056E+11	230072754	5018	1674
2011	RUS	AUT	643	40	3,44169E+12	3,71229E+11	879604354	1163277000	512388000	4065087888	1,71686E+11	219099700,9	5185	1674
2012	RUS	AUT	643	40	3,62538E+12	3,89747E+11	781839094	1081990000	520879000	4156815290	1,8093E+11	239963822,6	5438	1674
2013	RUS	AUT	643	40	3,65665E+12	4,04651E+11	797978167	1100050000	524094000	4177304875	1,7367E+11	236617646,4	5636	1674
2014	RUS	AUT	643	40	3,72198E+12	4,15257E+11			529302000	4264891114	1,53888E+11	223437883,3	5926	1674
2015	RUS	AUT	643	40	3,47024E+12	4,26645E+11			539367000	4374491864	89576493234	244485061,1	5773	1674
2016	RUS	AUT	643	40	3,39737E+12	4,38049E+11	271411975	946252000	552894000	4424740376	7,37123E+12	254870203	5715	1674
2017	RUS	AUT	643	40	3,8071E+12	4,7659E+11	45475904	1757060	550360000	4418424144	9,33773E+12	2,52794E+11	5703	1674
2018	RUS	AUT	643	40	4,23184E+12	5,03557E+11	114793314	210934000	560326600	4519569681	1,28201E+13	260558175,2	5864	1674
2019	RUS	AUT	643	40	4,41288E+12	5,15713E+11	119352877	266705000	565765627	4513254638	1,22229E+12	269175244,8	5824	1674
2020	RUS	AUT	643	40	4,38149E+12	4,96544E+11	227490137	739576000	521061500	4204670854	7,25643E+12	2,3917E+11	5504	1674
2021	RUS	AUT	643	40	4,78545E+12	5,23293E+11	272186687	596004000	529002662	4250560486	1,10968E+12	23158516602	5723	1674

Ilustración 1

Algunas ventajas de los datos panel son que su riqueza permite observar cómo cambian las relaciones entre las unidades a lo largo del tiempo, lo que mejora la precisión de las estimaciones.

El análisis de los datos panel permite dos enfoques/regresiones para controlar la heterogeneidad no observada entre las unidades temporales, los modelos de efectos fijos y de efectos aleatorios. Los modelos de efectos fijos controlan mediante diferencias no observadas que son constantes a lo largo del tiempo entre las unidades, mientras que el modelo de efectos aleatorios asume que estas diferencias no están correlacionadas con las variables explicativas y son aleatorias.

3.1.2. Descripción del base de datos

Para nuestro estudio vamos a trabajar con datos de diversas fuentes. De la web del CEPII, obtenemos la base de datos Gravity y BACI. Gravity nos aporta la mayoría de las variables útiles propias de los modelos de gravedad. De BACI obtenemos variables de fundamental importancia para nuestro análisis, el flujo comercial de aceites de petróleo y crudo (código HSN 2709000) entre los países europeos y sus principales socios comerciales para este recurso. La información de estos dos conjuntos de datos se ha completado con variables adicionales de diversas fuentes ampliamente conocidas para

ofrecer una visión más completa y amplia a fin de cubrir adecuadamente las variables de una situación tan concreta.

El periodo temporal que recoge la base de datos va desde 2010 hasta 2021, esto es debido a que, siendo la “primera fase” del conflicto un periodo de inestabilidad o al menos de incertidumbre (2014-2021), es necesario incluir datos de periodos “estables” a fin de ser más representativa y robusta. Adicionalmente, incluye observaciones de 65 países (23 países i , 42 países j).

La base de datos es rectangular, esto se debe a que se ha diseñado únicamente para recoger las importaciones del grupo de países i desde el grupo de países j , sin poder pertenecer ningún país simultáneamente los dos grupos. Esto permitirá un enfoque claro y más directo a nuestro análisis. Igualmente, cada pareja de países aparece cada año.

Cada país se identifica con la variable *country_id*, que refiere al país.

Las variables que podemos encontrar en la base son unilaterales como el *GDP* o la producción de petróleo crudo, y bilaterales, como la distancia entre los dos países o tienen un acuerdo regional común. Dentro de las variables unilaterales se distinguen entre las del exportador, denotadas con la extensión “_o” de “origen”, y las del importador, denotadas con la extensión “_d” de “destino”. * cabe destacar que para la variable bilateral “*heg*” también se añaden los sufijos “_o” y “_d” para distinguir si el país hegemónico es el de origen o el de destino*

La base de datos cuenta con 23 países i (destino) y 42 países j (origen), un periodo temporal de 12 años, 26 variables y un total de 11.592 observaciones.

Podemos diferenciar las variables en 5 grupos: identificadores, geográficas, culturales, indicadores macroeconómicos, flujo comercial y política económica. Dentro del grupo Política económica se encuentra la variable “*Sanciones*”, la cual es la clave del objeto de estudio, así como *main_supplier* en el grupo de indicadores macroeconómicos.

Tipo	Variable	Descripción	Nivel	Fuente
Identificadores	country_id	Identificador de país	unilateral	CEPII
	year	Identificador de año	unilateral	
Geográficas	dist	Distancia entre ambos países	bilateral	CEPII
	contig	Igual a 1 si comparten frontera	bilateral	
Culturales	col45	Igual a 1 si los países tienen o tuvieron una relación colonial desde 1945	bilateral	CEPII
	heg_o	igual a 1 si el país origen tiene o ha tenido en el pasado una posición dominante o hegemónica sobre el país de destino.	bilateral	
	heg_d	igual a 1 si el país de destino tiene o ha tenido en el pasado una posición dominante o hegemónica sobre el país de origen.	bilateral	
	col_dep_ever	igual a 1 si la pareja de países ha tenido una relación colonial o de dependencia (relaciones anteriores a 1948).	bilateral	

	col_dep	igual a 1 si la pareja de países sigue teniendo una relación colonial o de dependencia.	bilateral	
	diplo_disagreement	desacuerdo diplomático, medido a través de los votos en Naciones Unidas.	bilateral	
Indicadores macroeconomicos	gdp_ppp	GDP (PIB) en PPA en miles de dólares internacionales actuales	unilateral	CEPII
	imports_value	Valor de las importaciones desde en miles de dólares	unilateral	
	imports_qty	Volumen de las importaciones	unilateral	
	output_qty_o	Volumen de la extracción de petróleo en toneladas en el país de origen	unilateral	BP Statistical Review of World Energy
	output_qty_w	Volumen de la extracción de petróleo mundial, en toneladas	bilateral	
	throughput	Extracción diaria de barriles de crudo, en miles de barriles al día.	unilateral	
	exports_value	Valor de todas las exportaciones de petróleo del país	unilateral	

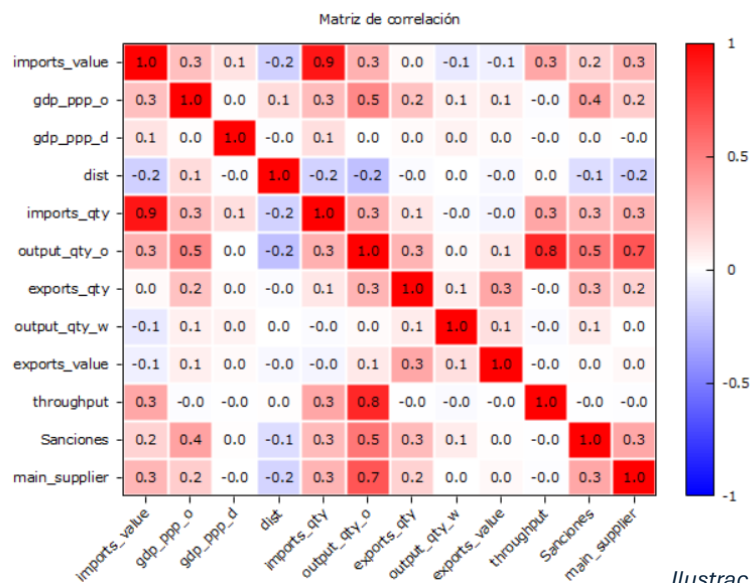
		exportador, en miles de dólares		UN-COMTR
	exports_qty	volumen de todas las exportaciones de petróleo del país exportador, en miles de dólares	unilateral	ADE
	main_supplier	Indica el tamaño del exportador, si es gran proveedor de petróleo a los países de la UE será igual a 1	unilateral	propia
Fricciones comerciales	wto	igual a 1 si el país es actualmente miembro de la Organización Mundial del Comercio,	unilateral	CEPII
	fta_wto_raw	igual a 1 si la pareja de países está actualmente involucrada en un acuerdo comercial regional	bilateral	
	Sanciones	Igual a 1 si existe alguna barrera no arancelaria en que pueda perjudicar el comercio de petróleo.	bilateral	propia

Tabla 2

3.2. Análisis exploratorio de los datos

Antes de comenzar con la estimación del modelo de gravedad, vamos a explorar las relaciones y efectos determinantes en el comercio internacional que tiene en cuenta el modelo de gravedad. Para ello, estudiaremos la correlación entre los factores principales y lo graficaremos con diagramas de dispersión. Esta información nos será de utilidad para futuras interpretaciones y conclusiones.

En primer lugar, se han calculado las correlaciones entre las variables valor de las importaciones, los GDP de los dos respectivos países, la distancia, la cantidad de las importaciones, de las exportaciones totales del país de origen y su valor, el output del país de origen y el mundial y finalmente la variable Sanciones.



Como podemos observar la correlación entre el valor de las importaciones de petróleo y el GDP de los países destino y la UE es consistente con la idea de que las economías más grandes tienden a importar más petróleo. La dependencia de la UE del petróleo importado se refleja en esta correlación positiva, aunque no tan fuerte porque refleja la necesidad específica de este producto (0,3), sin tener en cuenta el flujo de productos y servicios de un análisis corriente. Tal y como expone la teoría la distancia geográfica tiene un impacto negativo en el comercio debido a los mayores costes de transporte, lo que es coherente con esta correlación negativa.

El valor de las importaciones tiene una correlación positiva (0,3) con el volumen de output del país proveedor y con la capacidad de producción de barriles diaria, lo que sugiere que

una mayor producción de en el país de origen esta ligeramente asociada con un mayor valor de las importaciones.

En cuanto a las sanciones, podemos ver que su correlación con el valor de las importaciones es positiva pero débil (0,2). No sucede lo mismo con el GDP del país de origen (0,4) que es más fuerte, lo que puede resultar contraintuitivo debido a su naturaleza, y lo mismo sucede entre la correlación de las sanciones y el volumen de producción, y especialmente el throughput del país de origen, con los que mantiene una correlación positiva fuerte (0,5 y 0,7 respectivamente) esto puede sugerir que las sanciones no han tenido el efecto esperado.

Por otro lado, las variables más fuertemente correlacionadas con *main_supplier* son *output_qty_o* (producción del país exportador) y, en menor medida, *Sanciones* e *imports_value*. Esto sugiere que los países que producen más petróleo tienen más probabilidades de ser los principales proveedores. Las correlaciones más fuertes con *main_supplier* indican que la capacidad de producción es fundamental para determinar si un país es un principal proveedor o no. Las sanciones también juegan un papel significativo, pues puede influenciar cómo se desvían las importaciones hacia otros proveedores cuando hay sanciones activas sobre algún proveedor (Rusia).

A continuación, se han calculado las correlaciones entre las variables en logaritmos para que el enfoque en cambios proporcionales nos proporcione una visión más robusta y teóricamente consistente. En estas matrices nos centraremos en la correlación de las variables *Sanciones* y *main_supplier*:

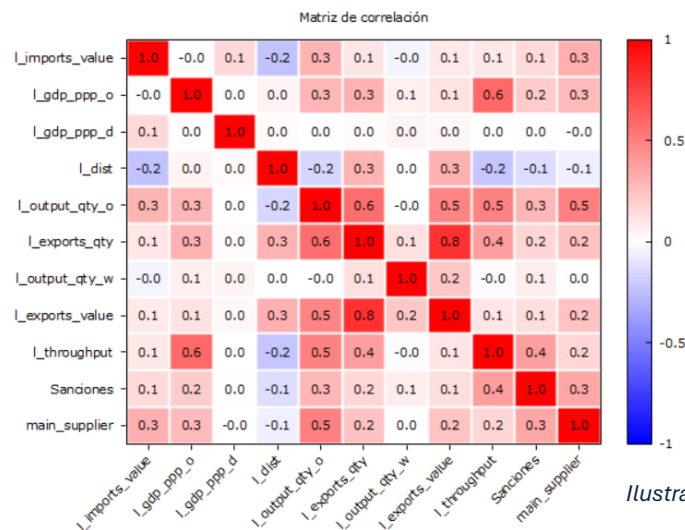


Ilustración 3

Teóricamente podríamos esperar que las sanciones a la producción de petróleo en países de origen tengan un impacto negativo en las importaciones, ya que las sanciones podrían

reducir la oferta disponible para exportación, lo que podría llevar a un incremento de los precios y reducción del volumen importado. Sin embargo, la correlación positiva de 0.1 entre las sanciones y el valor de las importaciones sugiere que, en los datos observados, cuando hay sanciones, el valor de las importaciones en términos logarítmicos tiende a aumentar. Podemos interpretar que las sanciones han podido provocar un aumento de los precios en el mercado internacional, lo que haría incrementar el valor de las importaciones. También es posible que los países importadores estén dispuestos a pagar más por el petróleo sancionado debido a la dependencia con ese proveedor en concreto. Por otro lado, la correlación es muy débil lo que podría sugerir que las sanciones no están reduciendo significativamente ni la cantidad ni el valor del petróleo importado.

En cuanto a `main_supplier`, el resultado de este análisis no difiere del anterior, que la capacidad de producción es fundamental para determinar si un país es un principal proveedor o no y que las sanciones pueden influenciar cómo se desvían las importaciones hacia otros proveedores cuando hay sanciones activas sobre algún socio comercial.

3.3. Modelización y resultados.

En este apartado planteamos tres modelos de gravedad que comparten un mismo objetivo, estudiar el efecto de las sanciones a Rusia y la desviación del comercio de petróleo consecuente.

Los tres modelos planteados son modelos de efectos fijos y, se han estimado en paralelo los modelos de efectos aleatorios con las mismas especificaciones, pero éstos no se recogen en el apartado, solamente sus contrastes de Hausman que demostrarán que los modelos de efectos fijos son más adecuados que los modelos de efectos aleatorios.

En cada apartado se presenta la modelización y las tablas con los resultados de diferentes modelizaciones de la ecuación de gravedad para el comercio internacional de petróleo en presencia de las sanciones económicas de la Unión Europea a Rusia a raíz de la invasión de la península de Crimea para los periodos 2010-2021. Los flujos de comercio estudiados comprenden las importaciones de los países europeos desde sus socios comerciales.

3.3.1. MODELO 1: Gravedad ampliada con las relaciones internacionales, acuerdos regionales y sanciones al petróleo ruso.

En este modelo de efectos fijos se incluye la ecuación básica de gravedad más varias variables de tipo social, geográfico, político/diplomáticas y fricciones comerciales; comentadas con anterioridad: *contig*, *diplo_disagreement*, *fta_wto_raw*. Además de nuestras variables *Sanciones* y *main_supplier*.

$\log(\text{imports_value})$

$$= b + b \log(\text{gdp_ppp_o}) + b \log(\text{gdp_ppp_d}) \\ + b \text{diplo_disagreement} + b \text{fta_wto_raw} + b \text{Sanciones} \\ + b \text{main_supplier} + F_i + (1 - \sigma)[\log\tau_{ij}] + \epsilon$$

$$F = eu$$

$$\tau_{ij} = \log(\text{dist})$$

Modelo 1: Efectos fijos, utilizando 1781 observaciones				
Se han incluido 351 unidades de sección cruzada				
Largura de la serie temporal: mínimo 1, máximo 10				
Variable dependiente: L_imports_value				
Standard errors clustered by unit				
Omitidas debido a colinealidad exacta: main_supplier				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	-72.6503	185.457	-0.3917	0.6955
L_gdp_ppp_o	0.0396374	0.0769051	0.5154	0.6066
L_gdp_ppp_d	-0.0361708	0.0997354	-0.3627	0.7171
L_dist	11.1854	22.7634	0.4914	0.6235
diplo_disagreeme~	-0.665625	0.595736	-1.117	0.2646
fta_wto_raw	-0.315061	0.668666	-0.4712	0.6378
Sanciones	-0.676563	0.273052	-2.478	0.0137 **
R-cuadrado MCVF (LSDV) 0.823833				
Contraste de Wooldridge de autocorrelación en datos de panel -				
Hipótesis nula: No autocorrelación de primer orden (rho= -0.5)				
Estadístico de contraste: F(1, 182) = 0.150073				
con valor p = P(F(1, 182) > 0.150073) = 0.698918				
Contraste de Hausman -				
Hipótesis nula: [Los estimadores de MCG son consistentes]				
Estadístico de contraste asintótico: Chi-cuadrado(6) = 55.1622				
con valor p = 4.29881e-10				

Tabla 3

Como podemos observar en este Modelo 1 de efectos fijos, la única variable con significancia estadística al 5% es la variable Sanciones. Las sanciones tienen un efecto negativo, tal y como expresábamos con anterioridad en nuestras hipótesis, sobre el valor de las importaciones, es decir, la imposición de sanciones tiende a reducir el valor de las importaciones.

¿Al ser una dummy, cómo lo podríamos medir en términos relativos? Para ello podemos emplear la fórmula que nos lo convertirá a un cambio porcentual sobre el valor de las importaciones:

$$(e^{\text{coeficiente}} - 1) \times 100\% \rightarrow e^{-0.676563} \approx 0.5085$$

$$(0.5085 - 1) \times 100 \approx -49.15\%$$

Es decir, el coeficiente de -0.676563 implica que la imposición de sanciones (cuando la dummy es igual a 1) está asociada con una disminución del valor de las importaciones en aproximadamente un 49.15%.

En cuanto a la bondad de ajuste de este modelo, el R-cuadrado (MCVF) nos indica que el modelo explica el 82.38% de la variabilidad en el valor de las importaciones, lo cual es relativamente alto.

Además, el contraste de Wooldridge nos indican que ausencia de correlación. El test de Hausman, que evalúa la consistencia de los estimadores en modelos de datos panel para decidir entre un modelo de efectos fijos y un modelo de efectos aleatorios, indica que es más adecuado un modelo de datos panel de efectos fijos, puesto que se rechaza la hipótesis de consistencia para los estimadores de efectos aleatorios.

Podemos observar que la variable `main_supplier`, que pretende aproximar los principales proveedores de petróleo, se omite debido a colinealidad exacta y así será en el resto de los modelos.

De este modelo podemos concluir que: entre las variables incluidas, las sanciones tienen un impacto negativo y significativo en el valor de las importaciones. El resto de las variables no han resultado ser estadísticamente significativas, lo que podría indicar que sus efectos están capturados por los efectos fijos. El alto R-cuadrado indica una buena

capacidad explicativa del modelo, y los diagnósticos sugieren que el modelo de efectos fijos es adecuado y preferible sobre un modelo de efectos aleatorios.

3.3.2. MODELO 2: Gravedad ampliada con relaciones internacionales, sanciones y desviación desde los grandes exportadores de petróleo.

En este segundo modelo de efectos fijos planteamos un modelo similar al anterior incluyendo la variable *exports_qty* en su forma logarítmica para considerar que las exportaciones de petróleo pueden aproximar el ser un proveedor importante de petróleo.

Una alternativa es considerar una variable que identifique los principales exportadores de petróleo mundiales, es decir, que tome valor 1 para Arabia Saudita, Rusia, Estados Unidos, Irak, Emiratos Árabes Unidos, Canadá, Kuwait, Nigeria, Irán y Brasil. Sin embargo, presentaría colinealidad perfecta con los efectos fijos correspondientes a dichos países. Por lo tanto, presentamos la estimación considerando las exportaciones de petróleo como variable que aproxime la posible desviación hacia estos proveedores principales una vez impuestas las sanciones al petróleo ruso.

$$\log(\text{imports_value}) = b + b \log(\text{gdp_ppp_o}) + b \log(\text{gdp_ppp_d}) + \\ b \text{ diplo_disagreement} + b \text{ fta_wto_raw} + b \text{ Sanciones} + b \text{ main_suppier} + \\ F_i + (1 - \sigma)[\log \tau_{ij}] + b \log(\text{exports_qty}) + \epsilon$$

$$F = eu$$

$$\tau_{ij} = \log(\text{dist})$$

Modelo 2: Efectos fijos, utilizando 1349 observaciones
 Se han incluido 304 unidades de sección cruzada
 Largura de la serie temporal: mínimo 1, máximo 10
 Variable dependiente: L_imports_value
 Standard errors clustered by unit
 Omitidas debido a colinealidad exacta: main_supplier

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	-53.5998	175.938	-0.3047	0.7608
L_gdp_ppp_o	0.0310568	0.0617201	0.5032	0.6152
L_gdp_ppp_d	-0.0467325	0.117193	-0.3988	0.6903
L_dist	9.05971	21.6396	0.4187	0.6758
dipl_o_disagreeme~	-0.793407	0.624281	-1.271	0.2047
fta_wto_raw	-0.493191	0.606874	-0.8127	0.4170
Sanciones	-0.546720	0.280817	-1.947	0.0525 *
L_exports_qty	-0.0440266	0.0256150	-1.719	0.0867 *

R-cuadrado MCVF (LSDV) 0.847949

Contraste de Wooldridge de autocorrelación en datos de panel -
 Hipótesis nula: No autocorrelación de primer orden (rho= -0.5)
 Estadístico de contraste: F(1, 140) = 0.00960212
 con valor p = P(F(1, 140) > 0.00960212) = 0.92208

Contraste de Hausman -
 Hipótesis nula: [Los estimadores de MCG son consistentes]
 Estadístico de contraste asintótico: Chi-cuadrado(7) = 60.0875
 con valor p = 1.45001e-10

Tabla 4

Como podemos ver en este segundo modelo de efectos fijos, no existen variables que lleguen al 5% de significancia estadística. Las variables “Sanciones” y el logaritmo de las exportaciones totales de petróleo del socio exportador son significativas al 10%. En el caso del coeficiente de la primera tendría un efecto similar al del modelo anterior, y en el caso de l_exports_qty, si las exportaciones aumentasen un 1% reducirían el valor de las importaciones en un 0.0440266%. Esto también nos indica que, en presencia de sanciones a Rusia, se ha incrementado las exportaciones de otros países y eso empuja el valor de las importaciones de petróleo, es decir, hay desviación del comercio de petróleo.

En cuanto a la bondad de ajuste de este modelo, el R-cuadrado (MCVF) nos indica que el modelo explica el 84,79% de la variabilidad en el valor de las importaciones, lo cual es relativamente alto.

Además, el modelo no presenta autocorrelación de primer orden y el modelo de efectos fijos es más adecuado que el modelo de efectos aleatorios.

Este segundo modelo de efectos fijos muestra que la mayoría de las variables independientes no son significativas, excepto las sanciones (no significativa al 5% pero significativa al 10%) y la cantidad de exportaciones, que muestran significancia marginal. La falta de significancia en muchas variables podría indicar que son capturadas por los efectos fijos. La adición de la variable *l_exports_qty*, aunque no es altamente significativa, parece tener un efecto notable en la explicación de la variabilidad del valor de las importaciones. Aun así, el modelo de efectos fijos es preferible al de efectos aleatorios.

3.3.3. MODELO 3: Output como medida de tamaño del exportador.

En este tercer modelo tomamos como base las variables del modelo dos, pero sustituimos el PIB del exportador por su output de petróleo.

$$\log(\text{imports_value}) = b + \log(\text{gdp_ppp_d}) + b \log(\text{exports_value}) + \\ b \text{diplo_disagreement} + b \text{fta_wto_raw} + b \text{Sanciones} + b \text{main_suppier} + \\ F_i + (1 - \sigma)[\log \tau_{ij}] + b \log(\text{exports_qty}) + b \log(\text{output_qty_o}) + \epsilon$$

$$F = eu$$

$$\tau_{ij} = \log(\text{dist})$$

Modelo 3: Efectos fijos, utilizando 891 observaciones
 Se han incluido 176 unidades de sección cruzada
 Largura de la serie temporal: mínimo 1, máximo 10
 Variable dependiente: *l_imports_value*
 Standard errors clustered by unit
 Omitidas debido a colinealidad exacta: *l_dist main_supplier*

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	-55.3857	20.4145	-2.713	0.0073 ***
<i>l_gdp_ppp_d</i>	-0.0558520	0.109211	-0.5114	0.6097
<i>diplo_disagreeme~</i>	-0.192406	0.598875	-0.3213	0.7484
<i>fta_wto_raw</i>	-1.14627	0.616690	-1.859	0.0647 *
Sanciones	-0.827099	0.294457	-2.809	0.0055 ***
<i>l_exports_qty</i>	-0.0234174	0.0305910	-0.7655	0.4450
<i>l_output_qty_o</i>	4.13161	1.09569	3.771	0.0002 ***

R-cuadrado MCVF (LSDV) 0.830575
 Contraste de Wooldridge de autocorrelación en datos de panel -
 Hipótesis nula: No autocorrelación de primer orden ($\rho = -0.5$)
 Estadístico de contraste: $F(1, 89) = 0.924097$
 con valor $p = P(F(1, 89) > 0.924097) = 0.339006$
 Contraste de Hausman -
 Hipótesis nula: [Los estimadores de MCG son consistentes]
 Estadístico de contraste asintótico: Chi-cuadrado(6) = 44.353
 con valor $p = 6.2913e-08$

Tabla 5

Como podemos observar en este tercer modelo comparativamente hay más variables estadísticamente significativas que en los dos anteriores. Esto nos sugiere que la variable *output_qty_o* captura mejor la relación, elimina sesgo, se ajusta mejor al modelo y esto hace que otras variables como las sanciones y la constante se manifiesten de manera mas clara y significativa.

En este caso el logaritmo del output del país exportador resulta muy significativo y su efecto sobre el valor de las importaciones sería: si la producción de petróleo se incrementase en un 1%, el valor de las importaciones del país europeo aumentaría en un 4,13%. Por tanto, efecto positivo, se confirma la hipótesis.

El coeficiente negativo de la significativa variable *Sanciones* confirma las hipótesis de que la existencia de sanciones en la relación comercial resulta en una disminución del valor de las importaciones de petróleo. El efecto sobre el valor de las importaciones sería: si existen sanciones sobre rusia lo asociamos con una disminución del 56,3% en el valor de las importaciones.

$$(e^{\text{coeficiente}} - 1) \times 100\% \rightarrow e^{-0.827099} \approx 0.437$$

$$(0.437 - 1) \times 100 \approx -56.3\%$$

Aditivamente, el R-cuadrado nos indica que el 83.06% de la variación en el valor de las importaciones es explicada por el modelo, lo que sugiere un buen ajuste. Además, no hay presencia de autocorrelación de primer orden y el modelo de efectos fijos es preferible al modelo de efectos aleatorios.

Este tercer modelo sugiere que las sanciones tienen un impacto negativo significativo en el valor de las importaciones, al igual que la producción de petróleo en el país de origen tiene un impacto positivo. Este incremento en la significatividad de variables presentes en todos los modelos nos indica que la variable introducida en este modelo, el logaritmo del output de petróleo del exportador, en sustitución del GDP del país exportador captura mejor la relación, y facilita la comprensión del efecto de la producción del país de origen sobre el valor de las importaciones, se ajusta mejor al modelo, hace que sea más relevante y estadísticamente robusto, y hace que otras variables se manifiesten de manera más clara y significativa. Algunas variables, como el desacuerdo diplomático y la cantidad de exportaciones, no han resultado significativas, lo que podría deberse a que sus efectos están capturados por los efectos fijos. En este modelo, las exportaciones no son significativas y probablemente se deba a la existencia de colinealidad con la variable exportaciones. A pesar de ello, en el modelo 2 era significativa y además arrojaba un mejor ajuste. De nuevo, la preferencia por el modelo de efectos fijos está respaldada por el contraste de Hausman.

4. Conclusiones

Para definir un modelo de gravedad del comercio internacional enfocado en las importaciones de petróleo de los países europeos desde sus socios comerciales y la desviación del comercio consecuente en un contexto de barreras no arancelarias a un socio comercial a raíz de la invasión de Crimea por Rusia, hemos introducido una variable ficticia representando a estas barreras no arancelarias.

Además de la variable Sanciones, hemos incluido la variable `main_supplier` que destaca a los países que proveen de mayor volumen y de manera más constante petróleo a los países de la unión europea. Con él hemos pretendido estudiar también la desviación del comercio de petróleo a consecuencia de las sanciones impuestas a Rusia en esta materia.

Se ha hecho un breve repaso de la teoría del comercio internacional, así como de la ecuación gravitacional y diversos modelos. Decidiéndonos finalmente por una serie de modelos panel de efectos fijos por sus características más deseadas para nuestro estudio.

Tras definir la ecuación de gravedad de los tres modelos paneles de efectos fijos y estimarlos, hemos interpretado la significatividad estadística de sus variables, así como el signo de sus coeficientes y el efecto sobre la variable dependiente, el valor de las importaciones. También hemos comprobado que los modelos recojan las propiedades necesarias y deseadas para ser elegidos en la selección de modelos.

En el estudio de la variable Sanciones, en los tres modelos se ha cumplido la hipótesis de que la existencia de sanciones en la relación comercial tendría un efecto negativo en el valor de las importaciones de petróleo, es decir, ante la existencia de sanciones en la relación comercial el valor de las importaciones de petróleo tendería a reducirse. En los tres modelos se ha cumplido esta hipótesis. Sin embargo, no en todos los modelos ha sido significativa. En el primer modelo ha resultado significativa al 5% teniendo un efecto negativo que haría reducir el valor de las importaciones de petróleo en un 49,5%. En el segundo modelo, más explicativo y que trata de mostrar la desviación del comercio, la variable Sanciones ha resultado ser marginalmente significativa, no significativa al 5% pero sí al 10%, y con un efecto negativo levemente mayor que en el primer modelo. En el tercer modelo se sustituye la variable GDP del exportador por su output de petróleo con el intención de capturar mejor la relación y facilitar la comprensión del efecto de la producción del país de origen sobre el valor de las importaciones. En este modelo la

variable Sanciones ha resultado ser altamente significativa y tiene un gran impacto sobre el valor de las importaciones.

El hecho de que las sanciones sean negativas y significativas en los modelos indica que las políticas de sanciones efectivamente reducen las importaciones desde el país sancionado, Rusia. La variación en la magnitud del coeficiente podría sugerir diferentes grados de elasticidad o sensibilidad de las importaciones frente a las sanciones en función de otros factores presentes en los modelos. Pero la dirección y el grado del efecto de estas barreras arancelarias es claro, se cumple la hipótesis formulada de que las sanciones impuestas por la Unión Europea a Rusia entre 2014 y 2021 con la intención de poner freno a la expansión de la capacidad extractora de petróleo rusa ha resultado en una reducción del valor de las importaciones de petróleo a la Unión Europea.

Por otro lado, la desviación del comercio de petróleo se ha estudiado en el segundo y tercer modelo, que incluyen la variable de las exportaciones de petróleo de los países exportadores. Las estimaciones de modelo panel de efectos fijos han arrojado resultados en la misma dirección, pero solamente uno ha resultado ser marginalmente significativo (significativo al 10%). Por tanto, según los métodos empleados en este estudio, aunque la dirección es clara, no podemos asegurar el efecto de la desviación del comercio sobre el valor de las importaciones. En caso de que los resultados fueren más significativos, podría indicar que se reduciría levemente el valor de las importaciones de petróleo. Esto podría sugerir que el país sancionado o afectado no ha logrado encontrar fuentes alternativas para compensar completamente el comercio perdido debido a las sanciones. También podría indicar una ineficiencia en la desviación del comercio, donde la producción interna o las importaciones de otros países no han podido compensar la caída en las importaciones desde el país sancionado. También podría reflejar la existencia de barreras adicionales que impiden que el país importe de otras fuentes. Estas podrían ser barreras logísticas, económicas, o incluso nuevas restricciones comerciales impuestas en respuesta a la crisis que generó las sanciones. O incluso podría sugerir que la elasticidad del comercio frente a las sanciones es baja, lo que quiere decir que el país afectado no ha podido ajustar rápidamente sus cadenas de suministro para encontrar nuevos socios comerciales. En resumen, en caso de que la estimación resultase significativa y el coeficiente resultase ligeramente negativo (como sugieren ambas estimaciones) sugiere que las sanciones han tenido un impacto, aunque no necesariamente devastador, en la capacidad del país para encontrar sustitutos adecuados en su comercio internacional de petróleo.

Bibliografía

- Shepherd, B., Doytchinova, H. S. & Kravchenko, A.. (2019). The gravity model of international trade: a user guide [R version] United Nations ESCAP. Available at: <https://www.unescap.org/resources/gravity-model-international-trade-user-guide-r-version>
- UNCTAD (2012): A PRACTICAL GUIDE TO TRADE POLICY ANALYSIS
- The Gravity Model of International Trade: A User Guide (An updated version) [STATA version] United Nations publication
- CEPII Database Gravity. (2022).(pegar link permanente mejor que el otro día no iba el servidor)
- Baldwin, R., & Taglioni, D. (2006). Gravity for dummies and dummies for gravity equations. National Bureau of Economic Research Working Paper 12516.
- Brun, J. F., Guillaum, P., & Melo, J. d. (1999). La distan mondialisation du commerce extérieur. In A. Bouet and J. politiques économiques: les marges.
- Head, K. (2000). Gravity for Beginners.
- Glenn Magerman, Z. S. (2016). Distance and Border Effects in InternationalTrade: A Comparison of Estimation Methods. The Open-Access, Open Assessment E-Journal.
- From Keith Head and Thierry Mayer, Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook. (2014). En K. R. Elhanan Helpman, Handbooks of International Economics. North-Holland.
- Anderson, J. (1979). A Theoretical Foundation for Gravity Equation. American Economic Review.
- Anderson, J. E., & van Wincoop, E. (2003). Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle. American Economic Review.
- Anne-Célia Disdier, T. M. (2006). Je t'aime, moi non plus: Bilateral opinions and international trade. European Journal of Political Economy.
- Feenestra, R. C. (2002). Border effects and the gravity equation: consistent methods for estimation. Scottish Journal of Political Economy,
- Head, K., T, M., & J, R. (2010). The erosion of colonial trade linkages after independence. Journal of International Economics,

- Brun, J.-F., Carrère, C., Guillaumeont, P., & de Melo, J. (2005). Has Distance Died? Evidence from a Panel Gravity Model. *The World Bank Economic Review*,
- Los Fundamentos Conceptuales del Modelo Gravitacional de Comercio: una revisión de la literatura. *Conceptual Foundations of the Gravity Model of Trade: a literature review*- María Victoria Lacaze
- Krugman, P. R., & Obstfeld, M. (2006). *Economía Internacional Teoría y política*. PEARSON
- LaPorta, Lopez-de-Silanes, F., Shleifer, A., & Vishny, R. (1999). The quality of Government.
- Learner, E., & Levinsohn, J. (1995). *International Trade: The Evidence*. En *Handbook of*
- *International Economics*, vol.3. New York: Elsevier, North-Holland.
- Maddalena Conte, P. C. (2022). *The CEPII Gravity Database*.
- Silva, S., & Tenreyro, S. (2006). The log of gravity. *The Review of Economics and Statistics*,
- Tinbergen, J. (1962). *Shaping the World Economy*. New York: The Twentieth Century Fund.

ANEXO

Estadísticos principales, usando las observaciones 1:01 - 1009:12

(se ignoraron los valores ausentes)

Variable	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
gdp_ppp_o	1.0727e+012	3.1030e+011	2.1642e+008	2.3594e+013
gdp_ppp_d	5.8149e+011	2.5052e+011	5.9332e+008	4.8155e+012
dist	5376.8	4821.0	54.000	13464.
contig	0.019088	0.00000	0.00000	1.0000
imports_value	9.7578e+008	1.8148e+008	1.0000	3.3190e+010
imports_qty	1.7826e+009	2.8800e+008	0.00000	5.6876e+010
output_qty_o	1.5431e+008	7.9457e+007	2.4400e+005	7.4777e+008
exports_qty	7.9513e+009	1.8114e+007	0.00000	3.1868e+011
output_qty_w	4.2828e+009	4.2577e+009	4.0237e+009	4.5196e+009
exports_value	4.4237e+012	5.3727e+010	30.000	1.0691e+014
throughput	7.0319e+006	508.00	0.00000	4.7779e+010
Sanciones	0.015197	0.00000	0.00000	1.0000
main_supplier	0.15659	0.00000	0.00000	1.0000
diplo_disagreement	1.3453	1.4410	0.00000	3.0760
comcol	0.021209	0.00000	0.00000	1.0000
col45	0.0063627	0.00000	0.00000	1.0000
comrelig	185.01	29.000	0.00000	938.00
heg_o	0.0053022	0.00000	0.00000	1.0000
heg_d	0.014493	0.00000	0.00000	1.0000
col_dep_ever	0.019088	0.00000	0.00000	1.0000
col_dep	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
wto_o	0.78252	1.0000	0.00000	1.0000
wto_d	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
fta_wto_raw	0.39466	0.00000	0.00000	1.0000
eu_o	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
eu_d	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Variable	Desv. Típica.	C.V.	Asimetría	Exc. de curtosis
gdp_ppp_o	2.5383e+012	2.3664	5.9411	41.318
gdp_ppp_d	9.3060e+011	1.6004	2.6833	7.2618
dist	3344.4	0.62202	0.45480	-0.83679
contig	0.13684	7.1689	7.0291	47.408
imports_value	2.4055e+009	2.4652	6.1030	53.939

imports_qty	4.5024e+009	2.5257	5.7777	46.187
output_qty_o	1.9042e+008	1.2340	1.5890	1.0699
exports_qty	3.2989e+010	4.1489	5.7822	38.761
output_qty_w	1.5946e+008	0.037234	0.0049220	-1.2023
exports_value	1.4451e+013	3.2667	4.6481	23.685
throughput	5.7957e+008	82.421	82.420	6791.0
Sanciones	0.12234	8.0504	7.9259	60.820
main_supplier	0.36343	2.3209	1.8899	1.5717
diplo_disagreement	0.61995	0.46081	-0.33354	-0.35348
comcol	0.14409	6.7937	6.6462	42.172
col45	0.079516	12.497	12.417	152.17
comrelig	266.53	1.4406	1.4648	0.86652
heg_o	0.072626	13.697	13.624	183.61
heg_d	0.11952	8.2466	8.1249	64.015
col_dep_ever	0.13684	7.1689	7.0291	47.408
col_dep	0.00000	indefinido	indefinido	indefinido
wto_o	0.41255	0.52721	-1.3697	-0.12395
wto_d	0.00000	0.00000	indefinido	indefinido
fta_wto_raw	0.48880	1.2385	0.43102	-1.8142
eu_o	0.00000	indefinido	indefinido	indefinido
eu_d	0.00000	0.00000	indefinido	indefinido

Tabla 6

Estadísticos principales, usando las observaciones 1:01 - 1009:12

(se ignoraron los valores ausentes)

Variable	Media	Mediana	Mínimo	Máximo
l_dist	8.3259	8.4807	3.9890	9.5078
l_imports_value	17.310	19.017	0.00000	24.226
l_imports_qty	17.348	19.497	-6.9078	24.764
l_output_qty_o	17.931	18.191	12.405	20.433
l_exports_qty	16.408	17.197	-5.5215	26.487
l_output_qty_w	22.177	22.172	22.115	22.232
l_exports_value	24.317	24.707	3.4012	32.303
l_throughput	6.2661	6.2324	1.0986	24.590
l_gdp_ppp_o	26.237	26.461	19.193	30.792
l_gdp_ppp_d	25.980	26.247	20.201	29.203
Variable	Desv. Típica.	C.V.	Asimetría	Exc. de curtosis

l_dist	0.82622	0.099235	-1.0394	1.3184
l_imports_value	5.2937	0.30581	-1.6331	1.5504
l_imports_qty	6.1972	0.35723	-1.7037	1.9128
l_output_qty_o	1.7637	0.098358	-1.3195	1.9140
l_exports_qty	5.4731	0.33357	-1.3292	3.0701
l_output_qty_w	0.037267	0.0016804	-0.040120	-1.1865
l_exports_value	4.8604	0.19988	-1.3107	2.7470
l_throughput	1.3380	0.21354	0.74201	6.1041
l_gdp_ppp_o	1.9265	0.073426	-0.38967	0.13119
l_gdp_ppp_d	1.6797	0.064652	-0.46586	0.41857
Variable	Porc. 5%	Porc. 95%	Rango IQ	Observaciones ausentes
l_dist	6.8320	9.3327	1.1451	792
l_imports_value	4.7728	22.332	3.2680	9924
l_imports_qty	2.5949	22.864	3.7348	9944
l_output_qty_o	13.219	20.154	1.3512	7452
l_exports_qty	2.8143	24.724	3.7304	4577
l_output_qty_w	22.115	22.232	0.060876	0
l_exports_value	13.994	31.076	5.2550	3612
l_throughput	4.6821	8.6697	1.7737	5335
l_gdp_ppp_o	23.021	28.968	2.7764	1188
l_gdp_ppp_d	23.237	28.587	2.2882	494

Tabla 7

Países recogidos en el estudio:

ALB	Albania	JPN	Japan
DZA	Algeria	KAZ	Kazakhstan
AGO	Angola	LVA	Latvia
AZE	Azerbaijan	LBY	Libya
ARG	Argentina	LTU	Lithuania
AUT	Austria	LUX	Luxembourg
BEL	Belgica	MLT	Malta
BRA	Brazil	MEX	Mexico
BGR	Bulgaria	NLD	Netherlands
BLR	Belarus	NGA	Nigeria
CMR	Cameroon	NOR	Norway
CAN	Canada	PER	Peru
TCD	Chad	POL	Poland
CHL	Chile	PRT	Portugal
COL	Colombia	ROU	Romania

COG	Congo	RUS	Russian Federation
HRV	Croatia	SAU	Saudi Arabia
CYP	Cyprus	SVK	Slovakia
CZE	Czechia	SVN	Slovenia
DNK	denmark	ESP	Spain
ECU	Ecuador	SWE	Sweden
EST	Estonia	THA	Thailand
FIN	Finland	TTO	Trinidad and Tobago
FRA	France	ARE	United Arab Emirates
GAB	Gabon	TUN	Tunisia
DEU.2	Germany	TUR	Türkiye
GHA	Ghana	TKM	Turkmenistan
GRC	Greece	EGY	Egypt
GUY	Guyana	GBR	United Kingdom
HUN	Hungary	USA	USA
IRQ	Iraq	VEN	Venezuela
IRL	Ireland	YEM.2	Yemen
ITA	Italy		

Tabla 8